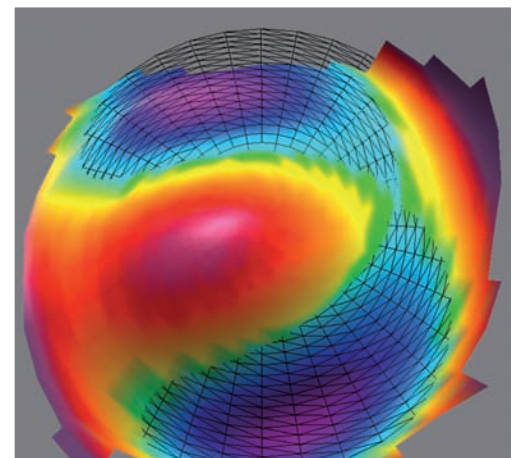


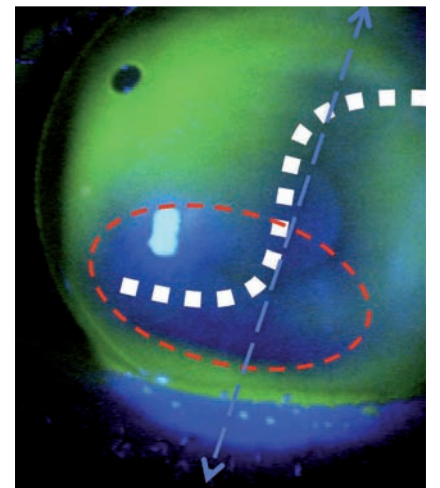
d'Ophthalmologie

Tout ce qui est utilisé et prescrit en Ophtalmologie



DOSSIER CORNÉOPLASTIE

- INVESTIGATIONS EN CORNÉOPLASTIE
- PHOTOABLATIONS GUIDÉES PAR LA TOPOGRAPHIE CORNÉENNE
- CORNÉOPLASTIES DANS LE KÉRATOCÔNE : topolink et cross-linking, anneaux intracornéens, cornéoplastie physico-chimique, cornéoplastie antérieure, stratégie thérapeutique
- PLASTIE POSTÉRIEURE DE LA CORNÉE
- FEMTOGREFFES
- FEMTOCORNÉOPLASTIES
- CHIRURGIE ADDITIVE ET CORNÉOPLASTIE
- CONTACTOLOGIE : kératocônes et lentilles de contact, évolution des concepts de l'adaptation, adaptation après pose d'anneaux intracornéens, analyse des cornées iatrogènes et adaptations complexes





Ce numéro spécial des *Cahiers d'Ophtalmologie* nous permet, avec les spécialistes reconnus de son vaste champ d'action, de faire un tour d'horizon de la cornéoplastie. L'ensemble des techniques de remodelage cornéen issues de spécialités aussi diverses que la chirurgie de la cornée, la chirurgie réfractive, l'optique et la contactologie forme cette entité nouvelle initialement décrite par Gulani.

Ce concept si vaste est obligatoirement pluridisciplinaire et la prise en charge des pathologies cornéennes s'intègre désormais au sein d'équipes organisées capables de réaliser le dépistage, le diagnostic, le bilan et la surveillance, puis de prendre en charge le ou les traitements médicaux, chirurgicaux et l'équipement contactologique. Ces traitements sont souvent combinés dans le temps et nécessitent des aller et retour entre les divers intervenants. Une greffe de cornée techniquement parfaite peut laisser un œil non fonctionnel si persistent un fort astigmatisme et une intolérance aux lentilles de contact. Un kératocône stabilisé par cross-linking n'apporte rien au patient si l'équipement contactologique n'est pas ensuite parfaitement réalisé. La technologie est sophistiquée et évolutive : matériel d'investigation, lasers excimer et femtoseconde, greffes lamellaires, cross-linking, plateau contactologique.

La constitution de pôles d'excellence est donc une nécessité et la plupart des intervenants se sont inscrits dans cette démarche pour créer un centre entièrement dédié à ces pathologies cornéennes. Le Centre Cornée Kératocône a pour ambition de dépister, diagnostiquer et traiter de façon globale, multidisciplinaire et avec les moyens les plus modernes les maladies cornéennes. L'expertise médicale, chirurgicale et contactologique indispensable à la réhabilitation visuelle des yeux affectés y est concentrée.

Je remercie tous les contributeurs qui ont tracé, de l'analyse cornéenne à la photoblaction de surface, du remodelage physico-chimique et des greffes stromales lamellaires à la chirurgie endothéliale-descemetique, et de la lentille de contact à l'implantation phaque, les vastes contours de cette jeune entité : la cornéoplastie.

Dominique Pietrini
Centre Cornée Kératocône, Paris – dpietrini@club.fr

L'ouverture à Paris en mai 2011 du Centre Cornée Kératocône offre aux patients et au corps médical une structure de dépistage, d'évaluation et de soins pour les pathologies cornéennes.

À côté de grands centres de référence armant la recherche et recevant les porteurs de ces affections en structure hospitalière, il a semblé nécessaire de mettre en place un dispositif libéral clinique, pluricompetent, au mode d'action et à l'accès simples. Le rassemblement de spécialistes en lentilles de contact, d'ophtalmologistes rompus à ce champ cornéen et d'orthoptistes familiers de ces problèmes permet de satisfaire à l'unité de lieu, d'agenda et de réflexion. La compétence permettra de répondre rapidement, dans des délais très courts, aux besoins divers des cas les plus compliqués ou réfractaires aux dépistages, investigations et avis multiples. Le support technique complet dans des locaux ultramodernes permettra en raison d'un fonctionnement permanent et sélectif de consacrer les moyens de réhabilitation visuelle les plus sophistiqués autour du patient. Nous espérons apporter notre concours au développement foisonnant de la cornéoplastie.

Docteurs Alain Abenhaim, Philippe Chastang, Thanh Hoang-Xuan, Dan Alexandre Lebuissou, Catherine Peyre, Dominique Pietrini, Olivier Prisant, Xavier Subirana.

CENTRE DE LA CORNÉE ET DU KÉRATOCÔNE – 11, PLACE DE BRETEUIL – 75007 PARIS – TÉL. 01.42.73.90.34
www.centrecorneekeratocone.fr – cckparis@gmail.com

Fabrication-Publicité

Ediss, Immeuble ISBA, Allée de la Gare,
95570 Bouffemont
contact@editorial-assistance.fr
Tél.: 01 34 04 21 44 • Fax : 01 34 38 13 99

Directeur de la publication

Jean-Paul Abadie
jp.abadie@editorial-assistance.fr

Rédactrice en chef

Dr Marie-Christine Chauvin
Tél. : 06 82 96 67 09
mc.chauvin@editorial-assistance.fr

Publicité

Corine Ferraro
Tél. : 01 34 04 21 01 - 06 31 88 71 84
c.ferraro@cahiers-ophtalmologie.com

Maquettiste

Cécile Milhau : 06 26 79 16 43
c.milhau@editorial-assistance.fr

Comité de rédaction

- **Cataracte/Chirurgie réfractive**
Béatrice Cochener-Lamad (Brest)
Dominique Pietrini (Paris)
- **Contactologie**
Valérie Archaimbault (Bayonne)
- **Génétique**
Marc Abitbol (Paris)
- **Glaucome**
Esther Blumen-Ohana (Paris)
- **Neuro-ophtalmologie**
Catherine Vignal-Clermont (Paris)
- **Ophtalmologie médicale**
Catherine Creuzot-Garcher (Dijon)
- **Optique**
Philippe Morizet (Gisors, Paris)
- **Orbites, paupières, voies lacrymales**
Olivier Galatoire (Paris)
- **Rétinopathie diabétique**
Pascale Massin (Paris)
- **Rétine chirurgicale**
Véronique Pagot-Mathis (Toulouse)
- **Rétine médicale**
Eric Souied (Créteil)

Abonnements

[10 numéros par an] : France : 55 euros,
Étudiants (à titre individuel et sur justificatif) : 30 euros, Étranger : 70 euros
règlement à l'ordre d'Ediss
Voir le bulletin d'abonnement sous le sommaire

Édition et gestion des abonnements

Les Cahiers d'Ophtalmologie

Ediss,

Immeuble ISBA, Allée de la Gare,
95570 Bouffemont,
Tél. : 01 34 04 21 44 - Fax : 01 34 38 13 99
contact@editorial-assistance.fr

RCS Pontoise B 395 287 766

ISSN : 1260-1055

Dépôt légal à parution

Impression

Imprimerie de Champagne
Z.I. des Franchises
52200 Langres

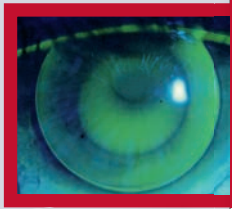
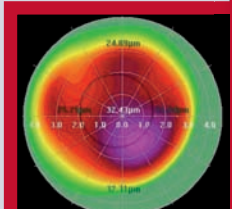
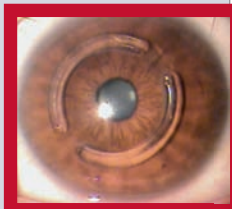
Adhérent au CESSIM

Les Actualités

- 4 Onze propositions pour sortir la RCP de l'ornière
- 4 Former des « super » paramédicaux praticiens

Cahier Optique

- 9 Histoire de cas n° 20
Marc Timsit, Jean-Pierre Meillon



Dossier Cornéoplastie

 Coordination : Dominique Pietrini

- 13** Cornéoplastie ?
Dan Alexandre Lebuissou
- 15** Les investigations en cornéoplastie
Tony Guedj, Dominique Pietrini, Olivier Prisant
- 19** Photoablations guidées par la topographie cornéenne
Laurent Gauthier
- 22** Photoablation guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène cornéen pour le traitement du kératocône
Dominique Pietrini
- 24** Prise en charge du kératocône par anneaux intracornéens
Olivier Prisant, Tony Guedj
- 29** Cornéoplastie physico-chimique : le cross-linking du collagène cornéen
Pierre Fournié, François Malecaze
- 32** La cornéoplastie antérieure dans le kératocône
Thanh Hoang-Xuan
- 35** Stratégie thérapeutique dans le kératocône
Dominique Pietrini
- 39** Plastie postérieure de la cornée
Philippe Chastang
- 43** Femtogreffe, un 1650 nm sinon rien !
Jean-Marc Legeais
- 46** Chirurgie cornéoplastique au laser femtoseconde
Alain Abenhaïm, Belkacem Amari
- 50** Place de l'implantation phaque dans la gestion du kératocône primitif et induit
Béatrice Cochener
- 53** Kératocônes et lentilles de contact
Christine Brodaty
- 56** L'évolution des concepts dans l'adaptation des kératocônes en lentilles de contact
Xavier Subirana
- 57** Adaptation après pose d'anneaux intracornéens pour kératocône
Catherine Peyre
- 60** Analyse des cornées iatrogènes et adaptations complexes
Frédéric Vayr

Attention !
Les abonnements sont dorénavant gérés en direct par les Cahiers d'Ophthalmologie

Bulletin d'abonnement

- Oui, je m'abonne aux Cahiers d'Ophthalmologie pour un an (10 numéros)*
- France : 55 euros
- Étudiants français (à titre individuel et sur justificatif) : 30 euros
- Autres pays : 70 euros
- Je joins mon règlement de € à l'ordre d'EDISS par
- Chèque bancaire
- Chèque postal
- Autre
- Je souhaite recevoir une facture pour ma comptabilité
- Je réglerai à réception de votre facture

*déductible de vos frais professionnels

Nom Prénom

Adresse complète :

Code postal [][][][][] Ville

Merci de préciser :
Votre mode d'exercice : libéral hospitalier

Autre (Précisez SVP) :

Votre année de thèse :

Votre e-mail :

Adressez ce bulletin à :
Les Cahiers d'Ophthalmologie
Immeuble ISBA, Allée de la Gare,
95570 Bouffemont
Tél. : 01 34 04 21 44 - Fax : 01 34 38 13 99
contact@editorial-assistance.fr

Professionnel

Rubrique assurée par Lucie Lartigue

Onze propositions pour sortir la RCP de l'ornière

Depuis plus de dix ans, le secteur de la responsabilité civile professionnelle (RCP) est en crise. Pour entrevoir la sortie du tunnel, Gilles Johanet, ancien directeur de la Cnamts et nouveau président du Comité économique des produits de santé (CEPS) propose onze mesures aux pouvoirs publics. Son bilan de la situation est tout d'abord relativement noir : l'offre est décrite comme « réduite et cloisonnée, la plupart des assureurs généralistes ayant déserté ». Gilles Johanet constate par ailleurs « une segmentation significative de la couverture du risque qui paraît aller croissante avec le niveau des risques ». Pas moins de 7 000 des 11 000 professionnels libéraux des disciplines à risque sont assurés par un seul opérateur. Côté sinistralité, on nage dans le plus grand flou, faute de données statistiques interprétables. L'auteur du rapport constate malgré tout une hausse du nombre de sinistres « graves » (d'un montant supérieur à 200 000 euros), passé de 88 en 2004 à 230 en 2009, hausse qui ne serait pas due aux traditionnelles disciplines à risque. Mais si les primes d'assurance flambent, c'est avant tout, selon Gilles Johanet, parce qu'il est impossible d'établir des statistiques sur la sinistralité et l'indemnisation par les juridictions civiles, mais aussi parce qu'en l'absence de référentiel unique d'indemnisation, les assureurs continuent de faire des provisions trop importantes, déconnectées de la réalité de la sinistralité. Par ailleurs, si rien n'est fait, la situation ne peut que se dégrader compte tenu de deux principaux facteurs : le risque inhérent à l'offre de soins (généralisation des politiques de dépistage, développement d'une médecine

« ultime », taux d'innovation important et défaut d'organisation des soins) et l'exigence croissante des patients. Pour enrayer ce cercle vicieux, il formule donc onze propositions. Tout d'abord, afin de remédier aux « trous de garantie », qui peuvent conduire à la ruine pure et simple du professionnel, Gilles Johanet propose de limiter à 10 ans la période durant laquelle la responsabilité du praticien fautif peut être engagée. Autre proposition phare : faire passer le seuil actuel réglementaire minimal de garantie des sinistres de 3 à 5 millions d'euros. Il invite également tous les assureurs en responsabilité civile médicale à se réunir pour couvrir les sinistres dépassant un certain seuil. Ainsi, le risque serait mutualisé sur l'ensemble des professionnels de santé libéraux. Dans la prescription de Gilles Johanet, on peut aussi trouver la refonte des barèmes médico-légaux au sein d'un barème médical unique ou encore le fait de soumettre à expertise le provisionnement de chaque opérateur...

Le ministre de la Santé a promis de

lancer une concertation en mars avec les représentants des professionnels médicaux pour décider de la suite à donner à ces propositions.

Former des « super » paramédicaux praticiens

Le rapport Hénart peut apporter une « solution logique, pragmatique et consensuelle à la préservation et au développement en France d'une filière visuelle performante et accueillante », estime le Syndicat national des ophtalmologistes de France dans un communiqué. Les propositions du député UMP de Meurthe-et-Moselle se sont fait attendre, mais elles vont manifestement dans le bon sens. En tout cas, de l'avis du Snof. Globalement, les auteurs de ce rapport préconisent de créer des « paramédicaux praticiens » dans différents champs (vieillesse, maladies chroniques, cancer...) ou dans certains domaines, comme évidemment la vision mais aussi l'audition, par exemple.

Cependant, l'idée n'est pas de faire

Afssaps

Bonnes pratiques d'injection intravitréenne

L'Afssaps a élaboré une mise au point à partir des évaluations d'un groupe multidisciplinaire d'experts présidé par le Pr Bahram Bodaghi. En effet, depuis leur première publication en 2006, l'accentuation de la prise en charge de pathologies rétinienne par des injections intravitréennes de produits et l'expérience acquise dans ce domaine ont rendu nécessaire cette mise à jour. Les injections intravitréennes d'un médicament permettent d'obtenir rapidement des concentrations efficaces supérieures à celles qui seraient obtenues par une injection périoculaire ou intraveineuse. L'Afssaps souligne que les principaux risques

liés au mode d'administration sont l'endophtalmie, le décollement de rétine et la cataracte post-traumatique.

Les messages clés sont :

- l'injection intravitréenne doit être réalisée par un ophtalmologiste expérimenté ;
- elle doit être réalisée dans des conditions strictes d'asepsie et d'antisepsie ;
- il n'est pas recommandé, sauf cas exceptionnels, d'effectuer une injection dans les deux yeux le même jour.

La version intégrale est disponible sur le site de l'Afssaps : www.afssaps.fr, rubrique « dernières publications ».

table rase du passé. « *Il ne s'agit pas de légiférer ou de recruter des personnes nouvelles mais d'accélérer la promotion et l'évolution des paramédicaux actuels* », a expliqué le rapporteur. Une stratégie saluée par le Snof qui « *approuve le fait de conforter et de développer d'abord des "métiers socles" comme les ophtalmologistes ont déjà commencé à le faire avec les orthoptistes et les opticiens*. » Le syndicat trouve également « *intéressant* » à terme la possibilité de former des professionnels praticiens au niveau master « *bien que ce soit encore prématuré pour la filière visuelle qui devra l'envisager par étapes, la priorité actuelle étant de disposer d'enseignants et de personnels d'encadrement en nombre suffisant* ». La formation universitaire « *qualifiante* » pourrait se combiner avec un système de valorisation des acquis et de l'expérience (VAE).

Côté méthode, la mission préconise de s'appuyer sur l'article 51 de la loi Hôpital, patients, santé et territoires (HPST) pour mettre en place des programmes nationaux expérimentaux. Ces programmes, qui s'appuieraient sur des protocoles, seraient « *ciblés sur quelques grands domaines prioritaires de santé et permettraient de valider sur le terrain (en libéral, en ambulatoire, en établissement) la pertinence de nouveaux métiers en santé et de nouveaux modes d'exercice* », stipule le rapport. « *Idée novatrice* » pour le Snof que de compléter les initiatives du terrain en respectant l'esprit de l'article 51 par un dispositif de programmes nationaux. Seul regret : que ces protocoles soient réservés aux nouveaux masters, « *alors que de nombreux protocoles peuvent se réaliser au niveau licence ou avec une formation complémentaire courte pour un impact rapide et important sur la qualité des soins* ». En l'occurrence, plusieurs projets de protocoles de coopérations sont en préparation en ophtalmologie, permettant notamment

aux orthoptistes de pratiquer certains examens complémentaires avant que le patient ne soit vu par l'ophtalmologiste. Pour que ce dossier avance au plus vite, le syndicat formule tout de même trois remarques. Deux réclamations tout d'abord : que des moyens financiers soient rapidement débloqués pour développer de nouvelles coopérations médecins-paramédicaux et que l'avenir des professions de santé soit enfin pris en compte au ministère de l'Enseignement supérieur. Enfin un regret : la mission ne s'est pas intéressée aux besoins en assistants dans les cabinets médicaux, or « *il y a là un gisement important d'emplois à exploiter à court terme et une solution à la demande croissante de soins et à la pénurie de praticiens existante et à venir* ».

La reconstruction du système du médicament en débat

Nouvelle étape dans l'après crise du Mediator, les assises du médicament ont été lancées par Xavier Bertrand. Le ministre de la Santé a souligné que leur objectif était de « *reconstruire le système à partir d'un principe très simple, le doute doit profiter aux patients* », rappelant que le rapport de l'IGAS pointait que le principe de précaution avait profité à l'industrie.

À l'occasion de ce vaste chantier, de nombreuses questions seront mises sur la place publique : Faut-il fusionner les différentes agences du médicament ? Comment prévenir les conflits d'intérêt ? Quelles modifications apporter à l'octroi des AMM mais aussi à leur suspension, voire leur suppression ? Pour organiser les débats auxquels devraient participer 150 à 200 personnes, six groupes de travail ont été créés : améliorer les conditions d'octroi de l'autorisation de mise sur le marché, renforcer le système de surveillance des médicaments,

encadrer les prescriptions hors AMM, développer l'information sur les produits de santé, optimiser la gouvernance et clarifier les missions des organismes intervenant dans les produits de santé et renforcer le contrôle et l'évaluation des dispositifs médicaux. Tous les participants aux assises devront remplir une déclaration d'intérêts sur le modèle de celle de la Haute autorité de santé (HAS). Une semaine après l'ouverture de ces assises, Xavier Bertrand est allé rendre visite au commissaire européen en charge de la santé, John Dalli, pour porter cette réforme au niveau européen. Parce que « *l'affaire Mediator n'est pas un sujet franco-français et pourrait arriver ailleurs* », a-t-il assuré. Réponses à toutes ces questions en juin prochain.

Les actes lourds pèsent de plus en plus lourd

C'était prévu dans le projet de loi de financement de la sécurité sociale de 2011 : le montant des soins à partir duquel s'applique le forfait de 18 euros pour les actes lourds effectués en ville ou à l'hôpital devait être relevé. C'est chose faite depuis la parution d'un décret le 23 février dernier. Ce ticket modérateur ne s'applique plus à partir de 90 euros d'actes mais à partir de 120 euros ou pour les actes affectés d'un coefficient supérieur ou égal à 60 (contre 50 auparavant). Ce n'est qu'à partir de ces nouveaux seuils que la prise en charge par la sécurité sociale passe donc à 100 %, après évidemment déduction des 18 euros. Saisie sur le projet de décret, l'Union nationale des organismes d'assurance-maladie complémentaire (Unocam) avait rendu un avis défavorable le 7 janvier dernier, estimant que cette disposition « *a pour unique objet de transférer une dépense annuelle de 175 millions d'euros de l'assurance-maladie obligatoire vers l'assurance-maladie complémentaire* ».

Nouvelles de l'industrie

Essilor : une année 2010 en forte accélération

En 2010, le marché de l'optique ophtalmique a conservé son dynamisme dans les pays à forte croissance et amorcé sa reprise dans les marchés développés. Dans ce contexte, Essilor s'est appuyé sur son innovation produit, notamment ses verres

progressifs Varilux® Physio® 2.0 et Comfort® New Edition, ses réseaux de distribution et l'efficacité de son outil de production pour renforcer ses positions. Le groupe s'est également appuyé sur sa solidité financière pour accélérer sa stratégie d'acquisitions, lui permettant notamment de pénétrer de nouveaux segments de marché et d'augmenter sa présence dans les marchés à forte croissance. Au total, la croissance organique du chiffre d'affaires hors change et hors

acquisitions stratégiques atteint 6,1 %, en ligne avec les objectifs du groupe.

Erratum

Dans les actualités du numéro 147 (février 2011), nous avons indiqué qu'Alcon avait lancé une formulation sans conservateur du Travatan®. Le laboratoire nous a demandé de préciser qu'il s'agit en fait d'une formulation sans chlorure de benzalkonium, dont les effets indésirables potentiels ont été démontrés.

Initiatives

toutsavoirsurlacataracte



La chirurgie de la cataracte est l'acte chirurgical le plus pratiqué en France : près de 560 000 interventions ont été réalisées en 2006 (www.ameli.fr). Cette intervention est pratiquée en ambulatoire dans la très grande majorité des cas avec une récupération fonctionnelle excellente et rapide. Néanmoins, cet acte chirurgical ne peut être banalisé ni par le praticien ni par le patient qui se pose de nombreuses questions. Depuis février, les praticiens désireux de communiquer une information simplifiée et en images sur la cataracte à leurs patients peuvent les inviter à se rendre sur le blog EBC Medical, www.toutsavoirsurlacataracte.com, à l'attention des futurs opérés. Les internautes y trouveront toutes les réponses à leurs questions : Quels sont les symptômes de la cataracte ? Quelle est l'évolution de cette affection ? Comment se déroule une opération de la cataracte ? Quels seront les examens en pré- et postopératoire ?

Conduite et vision

Pour la troisième année, Optic 2000 est partenaire du 20^e Tour Auto qui se déroulera du 11 au 16 avril 2011. La journée de vérifications techniques et sportives se déroulera dans les jardins des Tuileries de Paris. Le public pourra admirer les 220 voitures engagées dans cette épreuve et dont le modèle a participé au Tour de France Auto entre 1951 et 1973. Départ le 12 avril de Linas-Monthléry et arrivée de la cinquième étape à Biarritz le 16.

Optic 2000 sera présent aux étapes en collaboration avec Essilor et proposera un test de performances visuelles*. En effet, lors de la conduite, 90 % des informations passent par la vue ; pourtant, 20 % des conducteurs (soit 8 millions de Français) ont un défaut visuel non ou mal corrigé. À l'issue de ce test, le visiteur repartira avec un carton « feu vert » si sa vision est bonne ou « feu rouge » s'il doit consulter son ophtalmologiste.



* Ce test est indicatif et n'a pas de valeur médicale. En cas de vision insuffisante pour conduire, Optic 2000 conseille au visiteur de consulter son ophtalmologiste.

Formation

Imagerie oculaire par OCT 2 avril 2011, Paris

L'objectif est de permettre aux ophtalmologistes ou orthoptistes appelés à élargir leurs compétences d'acquies les bases théoriques et pratiques des techniques d'imagerie par OCT de segment antérieur et de segment postérieur afin d'optimiser les indications en fonction des pathologies oculaires. Au programme : l'examen par OCT en tant qu'exploration complémentaire comparée aux autres techniques d'exploration dans les maladies de la rétine, dans le glaucome, dans la chirurgie réfractive.

Des bases théoriques sont données, puis des travaux pratiques réalisés sur la plupart des OCT existants sur le marché.

Organisation : Dr Michel Puech,

VuExplorer Institute.
Lieu : Hôtel Saint James & Albany,
202 rue de Rivoli, Paris
Tél : 01 40 26 30 30 - vuexplorer@orange.fr - www.vuexplorer.fr

Nouveaux produits

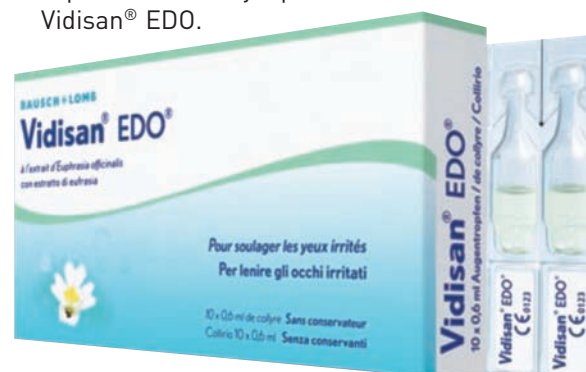
Solution B5, pour les porteurs de LRPG

Agent cicatrisant, la provitamine B5 (ou dexpanthénol) contenue dans la solution B5 de Precilens régénère les cellules épithéliales, augmente la mouillabilité des lentilles sur l'œil et protège la cornée.

Elle permet de conserver l'intégrité de l'épithélium cornéen et ainsi d'accroître le confort, notamment en fin de journée, et la durée de port des lentilles. Un gain de confort en fin de journée est mentionné par les porteurs.

La gamme PhytOphta s'enrichit

Bausch + Lomb Laboratoire Chauvin, enrichit sa gamme de phytothérapie oculaire PhytOphta avec Vidisan® EDO.



Solution ophtalmique à l'extrait d'*Euphrasia Officinalis*, Vidisan® EDO soulage les yeux irrités. Sans conservateur, elle présente une bonne tolérance et est particulièrement indiquée pour les personnes à la recherche de médecines douces et naturelles.

Matériel

Haag-Streit France élargit sa gamme

Faisant suite au rachat de la société Optopol en 2010, Canon réorganise ses réseaux de distribution et renforce le développement de ses produits.

Ainsi, depuis le début 2011, la société Haag-Streit France distributeur agréé Canon depuis 2000 est maintenant en charge de la commercialisation et du suivi des OCT Optopol/Canon. L'OCT Copernicus plus est le premier appareil de la gamme à avoir bénéficié de l'infrastructure Canon en termes de développement qualité.



En parallèle, Canon a introduit le nouveau rétinographe non mydriatique CR2 début 2011. Cet appareil très compact et léger (15 kg) pour une intégration sur unité de consultation bénéficie de toute la technologie Canon, avec un boîtier spécifique développé pour l'acquisition d'images médicales. Cet appareil est le premier de sa catégorie à intégrer la technologie LED pour l'observation et le flash.

Lors de la SFO 2011, Canon introduira sur le marché français son nouveau tonomètre-pachymètre tout automatique.

Une solution hydratante

Alcon annonce le lancement d'Opti-Free® EverMoist® solution multifonctions de décontamination, avec HydraGlyde®, matrice hydratante pour les lentilles de contact souples de dernière génération. Pour un confort de port qui dure tout au long de la journée.



Cas n° 20.

Traitement de l'hypermétrope presbyte par presbylasik

En cas d'évolution, l'équipement complémentaire par lunettes ne pose pas de problème !

Marc Timsit¹, Jean-Pierre Meillon²

Madame F., née en 1951, est hypermétrope. Devenue presbyte et acceptant mal la dépendance permanente aux lunettes, elle consulte pour bénéficier d'une chirurgie réfractive de type presbylasik. En fonction de son amétropie et de ses performances visuelles, un traitement par lasik, avec une légère bascule, lui est proposé : VL/VI pour l'œil droit directeur et VI/VP pour l'œil gauche. Opérée des deux yeux à un mois d'intervalle, la patiente n'a plus du tout besoin de lunettes. Cinq ans après le presbylasik, sa presbytie ayant progressé, un complément de traitement laser lui est proposé. La patiente alors âgée de 56 ans n'est pas tentée par une nouvelle intervention et choisit de porter des lunettes d'appoint...

Le cas de Madame F.

Situation avant l'opération

En juin 2002, Madame F. est âgée de 51 ans lorsqu'elle consulte pour bénéficier d'une chirurgie réfractive de type presbylasik. Étant hypermétrope presbyte, ses acuités sans correction ne lui permettent plus de se passer de lunettes :

OD : 2/10, P14,

OG : 1/10, P14.

Elle porte des verres progressifs bien tolérés, mais elle refuse d'en dépendre pour des raisons esthétiques. Sa réfraction est la suivante :

OD : +2,00 → 10/10 ; add 2,25 → P2 à 0,40 m,

OG : +2,50 → 10/10 ; add 2,25 → P2 à 0,40 m.

Elle ne présente pas de problème de vision binoculaire.

Les kératométries indiquent : 45 D/OD et 45 D/OG, et ne révèlent pas d'astigmatisme cornéen.

La patiente est droitrière avec un œil droit directeur.

Traitement de l'amétropie

Compte tenu de l'amétropie et des performances visuelles de la patiente, le choix d'une légère bascule est envisagé, avec comme objectif : pour l'œil droit directeur une bonne vision de loin et une bonne vision intermédiaire sans correction ; et pour l'œil gauche, une bonne vision intermédiaire et une bonne vision de près sans correction.

- L'œil droit a été opéré en premier le 10 septembre 2002 par laser Zyoptix, Bausch & Lomb. Le traitement a consisté en une découpe d'un volet de lasik de 9,50 mm de diamètre et 160 microns d'épaisseur, avec programmation de correction de +2,25 D sur une zone de traitement de 6 mm.

- L'œil gauche a été opéré le 12 octobre 2002 par laser Zyoptix, Bausch & Lomb, après stabilisation du premier œil de façon à optimiser la correction du deuxième œil. Le traitement a consisté en une découpe d'un volet de lasik de 9,50 mm de diamètre et 160 microns d'épaisseur, avec programmation de correction de +3,50 D sur une zone de traitement de 5,7 mm.

Celle-ci est plus petite que sur l'œil droit de façon à obtenir une plus grande multifocalité, donc une meilleure

1. Ophthalmologiste, Paris – mt@ophthalmologie.fr

2. Opticien consultant, Vision Contact, Paris – meillon.jp@wanadoo.fr

efficacité en vision proximale pour compléter le résultat du premier œil.

La patiente désirant privilégier la vision de loin aux deux yeux, quitte à porter des lunettes d'appoint pour la lecture, il n'a été programmé qu'une légère bascule, en la prévenant que le résultat sur la vision de près ne serait que temporaire.

Les résultats à trois mois

L'acuité visuelle sans correction est la suivante :

OD : 10/10, P3,

OG : 8/10, P2,

et 12/10, P2 facile en binoculaire.

Réfraction résiduelle VL : OD : plan, OG : -0,50.

La patiente n'a plus besoin de lunettes, ni de loin ni de près.

Évolution dans le temps

Deux ans après le presbylasik

En 2004, la patiente, alors âgée de 53 ans, consulte pour un contrôle. Les résultats sont toujours satisfaisants pour la vision de loin : 10/10 en binoculaire sans correction, mais montrent une légère baisse de l'acuité en vision de près : P4 sans correction. Nous lui prescrivons une petite correction d'appoint pour la lecture des petits caractères.

Cinq ans après l'intervention

En 2007, la patiente, âgée de 56 ans, consulte car elle ne peut plus lire les caractères courants (journaux, livres de poche...) sans correction additionnelle. Elle est toujours très satisfaite de son acuité en vision de loin sans correction, celle-ci étant de 8 à 9/10 en binoculaire, bien loin des chiffres de la réfraction avant l'opération.

Sa réfraction a évolué et sa presbytie a progressé :

OD : +1,25 → 10/10 ; add 1,75 → P2 facile,

OG : +0,50 (-0,50 à 60°) → 10/10 ; add 1,75 → P2 facile.

Une retouche chirurgicale est proposée

Un complément de traitement laser utilisant les dernières techniques – plus précises et permettant d'attein-

dre des résultats supérieurs à ceux de 2002 avec une efficacité de longue durée –, est proposé à la patiente. Pour effectuer cette retouche, il faut « resoulever » le volet, geste qui ne représente pas de difficulté majeure dans son cas, le bord du volet étant bien visible et loin du limbe. Mais la patiente, moins motivée qu'en 2002, n'est pas tentée. Elle préfère maintenant porter des lunettes d'appoint qui vont s'avérer être une solution tout à fait satisfaisante.

Correction par lunettes après traitement

En 2010, la patiente, âgée de 59 ans, consulte pour un renouvellement de correction, sa presbytie ayant encore progressé. Sa réfraction de loin est demeurée quasiment inchangée depuis 2007 :

OD : +1,25 → 10/10,

OG : +1,00 (-0,50 à 60°) → 10/10,

la lecture du P2 est obtenue pour l'OD et pour l'OG avec une addition de 2,25.

L'équipement en verres progressifs, exécuté sans difficulté, s'est révélé parfaitement toléré et a permis de redonner d'excellentes performances visuelles à toutes les distances.

Bien que devenue à nouveau un peu plus dépendante de ses lunettes pour la vie courante, cette femme élégante et coquette est très satisfaite d'avoir pu vivre ces quelques années sans lunettes à une période de sa vie qu'elle a jugée importante sur le plan esthétique...

Conclusion

Le traitement associé de l'hypermétropie et de la presbytie par presbylasik permet d'effectuer des retouches si nécessaire, en particulier lorsque la presbytie augmente... Il n'y a pas de difficultés d'équipement en cas de correction complémentaire par verres de lunettes.

Dans ce type de traitement, les techniques opératoires ont beaucoup évolué tout au long de la dernière décennie ; les choix prédictifs s'affinent et permettent de mieux compenser l'évolution de la presbytie avec l'âge et d'éviter, dans la grande majorité des cas, des retouches qui ne sont pas toujours bien acceptées.

Cornéoplastie ?

DAN ALEXANDRE LEBUISSON

*Clinique de la vision
Centre Cornée Kératocône, Paris
dalebuisson@orange.fr*



La cornéoplastie est un terme récent correspondant à une action thérapeutique déterminant une modification de forme, de propriétés ou de structure de la cornée [1]. La plupart des modalités sont chirurgicales, mais nous entrons dans une ère où les méthodes pharmacologiques ou physiques prendront une place notable. L'habillage sémantique est récent alors que dans la pratique les chirurgies cornéennes sont anciennes. Mais la nuance est dans la concentration des moyens, indications et objectifs dirigée uniquement dans une intention thérapeutique, réfractive le plus souvent.

Le champ d'action modeste et privilégié réside dans les modifications kératocôniques. Ces dernières, connues depuis une vingtaine d'années, connaissent un élargissement du périmètre des connaissances, du dépistage et du traitement. Parler de kératocône est réducteur puisque les incertitudes sur les limites de la maladie et les inconnues des causes obligent à porter l'attention sur les formes potentielles, même quiescentes. C'est la chirurgie réfractive qui a ébranlé ce cadre en s'acharnant à mettre au point des matériels permettant, entre autres, de dépister les formes considérées à risque ectopique en cas de photoablation au laser excimer. En parallèle, les acquis marquants en contactologie permettaient d'employer de nouvelles géométries, des biomatériaux de nouvelle génération et des conceptions modernisées pour les adaptations complexes. La révolution est constituée par les échelons introduits dans la panoplie des traitements : anneaux intracornéens [2,3], irradiations CXL [4], combinaisons de moyens, orthokératologie, voire depuis peu photoablations topographiques, précèdent les transplantations cornéennes [5] dominées par les greffes lamellaires profondes. La cornéoplastie ainsi comprise englobe ces moyens et procède nécessairement d'équipes aux compétences multiples au sein de la spécialité ophtalmologique. Les allers-retours ne sont pas rares.

Cette transformation des pratiques n'a pas échappé aux tutelles qui ont mis en place dès 2005 les centres de référence nationaux du kératocône (CRNK) s'inscrivant dans la logique de développement d'un pôle de référence des « maladies rares » labellisé par le ministère de la Santé. Les ser-

vices d'ophtalmologie des CHU de Toulouse et de Bordeaux ont été désignés comme CRNK en raison de leurs compétences préalablement reconnues dans ce domaine. Dans le cadre de cette mission, des spécialistes de la cornée développent un réseau de communication et de prise en charge pour le kératocône dont les principaux objectifs sont les suivants :

- le recensement des patients atteints de kératocônes et leur étude épidémiologique,
- l'harmonisation des conduites de diagnostic et de thérapeutique,
- le développement des nouvelles options de prise en charge,
- l'information grand public autour de cette maladie dite « rare »,
- l'évolution des connaissances scientifiques sur la maladie.

Depuis, des centres régionaux de compétence ont vu le jour : CHU de Rouen, de Brest, de Clermont-Ferrand, de Lyon, CHNO des Quinze-Vingts, ainsi que des consultations spécialisées avec pour la première fois un établissement privé.

La cornéoplastie est un acte médical même si en dehors de France des optométristes ou infirmières indiquent les soins. En France, l'ensemble de l'arbre thérapeutique est sous contrôle médical avec des délégations légales. Des orthoptistes assistent les ophtalmologues. Des professions plus lointaines pourraient être associées pour des missions transversales. L'exemple donné ne limite pas la cornéoplastie à des centres universitaires. Le modèle est appelé à être dupliqué car les moyens de l'État ne sont pas illimités et les besoins des patients vont croissant. Les remodelages cornéens ne se limitent pas à un acte unique et le facteur temps joue un rôle justifiant des niveaux de compétence et d'assistance à curseur variable.

Le futur de la cornéoplastie se dessine avec l'extension des indications de différents types de laser. L'inéluctable extension de la chirurgie réfractive va exiger de traiter ceux qui ne sont pas conventionnellement opérables et de guérir ceux qui n'obtiennent pas le résultat escompté. Le traitement de l'aberration (défaut réfractif avec mauvaise qualité visuelle) ouvrira de nouveaux champs. La prévention et la réparation sont les deux pivots du développement. La cornéoplastie est un acte médical, mais elle possède une base qui est l'optique. La mise à disposition des aberromètres, des appareils multifonctions, des appréciations des critères physiques... propulsent les concepts opératoires. Le point important est incrusté dans une perspective globale de la fonction de restauration visuelle. Toutes les méthodes peuvent être associées, de la transplantation de cellules souches à la photoablation en passant par des kératotomies ou des aides

prothétiques. En ce sens, la cornéoplastie c'est la demande du patient, la réponse faisant appel à la synergie des techniques et des hommes. Les procédés intraoculaires sont utilisables comme, par exemple, la mise en place d'une lentille intraoculaire phaque torique dans une dégénérescence pellucide avec forte myopie. La transplantation endothéliale cornéenne répond aux mêmes critères en pouvant faire partie d'une stratégie thérapeutique non seulement anatomique mais aussi réfractive en ouvrant la porte à des actes associés externes et internes. Des procédés orthokératologiques [6] trouvent aussi une place au même titre que les combinaisons thérapeutiques.

La cornéoplastie passera vite d'un simple nom à une pratique médicale organisée et planifiée, axée sur la vision du patient. Nous sommes tous des « monsieur Jourdain », mais le changement de l'organisation des soins permettra de se hisser à un mode avancé de modèle.

Pour en savoir plus

[1] Gulani AC. Corneoplastique™. Techniques in Ophthalmology 2007;1:11-20.

[2] Piñero D, Alió J. Intracorneal ring segments in ectatic corneal disease Clinical & Experimental. Ophthalmology 2010;154-67

[3] Paranhos JF, Avila MP, Paranhos A Jr, Schor P. Evaluation of the impact of intracorneal ring segments implantation on the quality of life of patients with keratoconus using the NEI-RQL (National Eye Institute Refractive Error Quality of life) instrument. Br J Ophthalmol 2009;Sept 11 [Epub ahead of print].

[4] Vinciguerra P, Albe E, Trazza S *et al.* Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking. Ophthalmology 2009;116(3): 369-78.

[5] Price FW Jr, Price MO. Femtosecond laser shaped penetrating keratoplasty: one-year results utilizing a top-hat configuration. Am J Ophthalmol 2008;145(2):210-4.

[6] Calossi A. Orthokeratology and presbyopia. Cataract & Refractive Surgery Today Europe 2010(4):71-7.

Les investigations en cornéoplastie

TONY GUEDJ^{1,2}
DOMINIQUE PIETRINI^{1,2}
OLIVIER PRISANT^{1,2,3}



1. Clinique de la vision
 2. Centre Cornée Kératocône
 3. Fondation ophtalmologique A. de Rothschild Paris

Pour plus de clarté, l'exemple du kératocône a été retenu comme fil conducteur dans cet article. Des tableaux commen-

tés présentent les différents examens d'investigation en cornéoplastie avant d'en montrer l'intérêt en simulant les conséquences dans le temps de l'évolution d'un kératocône sur le plan morphologique, biomécanique, visuel et fonctionnel. Enfin, un cas clinique d'une patiente opérée par anneaux intracornéens illustre cet article.

Les investigations en cornéoplastie (tableau I)

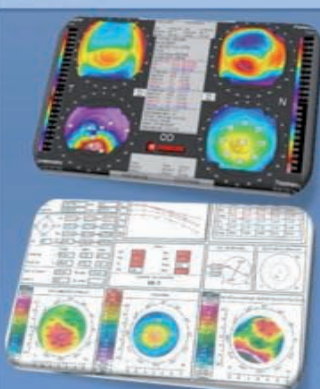
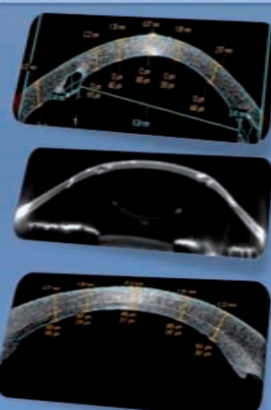
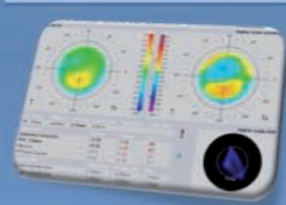
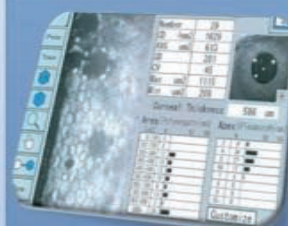
INVESTIGATIONS EN CORNEOPLASTIE				
<p>La topographie cornéenne:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Permet de cartographier et d'analyser les surfaces cornéennes afin de détecter toutes les irrégularités. -Eyesys, Krp, Orbscan, Pentacam... -Analyse qualitative via des patterns à risques (A à Jinv, Rabinowitz). -Analyse quantitative via des indices (Efcarpides, Potgieter, Rousch, Rabinowitz, Tanabe, KISA, SRAX...). > Faisceaux d'arguments diagnostics. Utile pour le choix lentilles et indispensable pour les anneaux intra-cornéens et le cross linking: -permet de situer la position et la répartition du cône. -permet de mesurer la pachymétrie centrale et périphérique. 	<p>L' Ocular Response Analyser:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mesure de la visco-élasticité cornéenne. *Paramètres étudiés : .CH (Hystérèse). .CRF(Facteur de résistance cornéenne). -Permet de détecter des cornées présentant des anomalies biomécaniques (kératocône, ectasie...). Si CH, CRF<8 associés à des pics diminués. = Baisse de la résistance mécanique cornéenne par augmentation de la réponse élastique. = Suspicion de kératocône Examen très sensible et peu spécifique à corréliser avec le reste du bilan. 	<p>La Tomographie par cohérence optique (OCT) Caméra Scheimpflug:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Biométrie du segment antérieur par tomographie sans contact. -Mesure de la pachymétrie centrale et périphérique. -Objective cliniquement l'amincissement cornéen, les opacités, œdèmes, taies ou corps étrangers. -Permet de mesurer et d'évaluer la qualité d'une greffe de cornée. -Permet de simuler la profondeur et la position d'implantation des anneaux intra-cornéens. -Individualiser le volet cornéen en cas d'ectasie post lasik. -Vérifier la position et le centrage des anneaux. 	<p>L'aberrométrie :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hartmann schack, Tscherning, Dual Pass. -Permet de quantifier objectivement la qualité optique de la vision. -Analyse de la distorsion du front d'onde via la PSF et les RMS. -Outil de détection dans les stades infra-cliniques. -Dégradation de l'image PSF en fonction de l'évolution du kératocône. Les aberrations délétères retrouvées dans le kératocône sont principalement de deux types (Alio et al 2006, Burehn et al 2007): -Aberration de type coma liée à l'asymétrie de répartition de la puissance dioptrique. -Aberration de sphéricité liée à l'augmentation de la prolativité cornéenne. 	<p>La microscopie spéculaire:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Permet d'analyser la morphologie et la densité des cellules de l'endothélium cornéen. -Important pour la surveillance des patients traités par cross linking, opérés de greffes ou atteints d'une dystrophie endothéliale de Fuchs, de cornea guttata... 

Tableau I. Principaux examens complémentaires en cornéoplastie : topographie cornéenne, mesure de la résistance cornéenne (ORA), tomographie par cohérence optique, aberrométrie et microscopie spéculaire.

Tableau II. Ce tableau analyse les conséquences du kératocône dans une échelle de temps (flèche rouge) à lire de la gauche vers la droite.
A. Conséquences morphologiques (topographie, kératométrie, OCT, pachymétrie). **B.** Conséquences visuelles et fonctionnelles (réfraction, meilleure acuité corrigée, aberrométrie, meilleure acuité corrigée, aberrométrie). **C.** Conséquences biomécaniques (ORA). **D.** Adaptabilité en lentilles de contact.

		→				
A	MORPHOLOGIE	TOPOGRAPHIE CORNEENNE				
		KERATOMETRIE	Kmax 44D	Kmax 50D	Kmax 58D	Kmax 66D
		ASPHERICITE	Q=1	Q>1	Q>>1	Q>>>1
		CAMBRURE CORNEENNE				
B	VISUEL	REFRACTION	-2.00 (-0.75) 65°	- 3.00 (-2.00) 80°	-4.00 (-5.00) 110°	-12.00 (-9.00) 135°
		MEILLEURE ACUITE VISUELLE CORRIGEE	10/10	7/10	4/10	<1/10
		ABERROMETRIE IMAGE PSF				Impossible
C	EPAISSEUR / ORA	PACHYMETRIE				
		BIOMECHANIQUE CORNEENNE IMAGE ORA				
D	LENTILLES DE CONTACT		-LSH -LRPG STANDARD	-LRPG STANDARD OU SPECIFIQUE EN FONCTION DU PROFIL KERATOCONIQUE	-LRPG SPECIFIQUE EN FONCTION DU PROFIL KERATOCONIQUE	-INADAPTATION AUX LENTILLES DE CONTACT

Évolution spontanée du kératocône dans le temps (tableau II)

La déformation kératocônique (tableau II A)

L'anomalie structurelle du tissu cornéen est responsable d'une moindre résistance mécanique et d'une déformation progressive de la cornée, bien visualisée par la topographie cornéenne qui reste l'examen de référence dans le dépistage du kératocône. Cette déformation est caractérisée par une augmentation progressive de la kératométrie jusqu'à des valeurs extrêmes pouvant dépasser 60 D. Le kératocône se caractérise également par une augmentation du facteur Q (hyperprolaticité) et par une géométrie souvent asymétrique, conséquence de l'évolution décentrée du cône.

Par ailleurs, la cornée s'amincit de plus en plus dans le temps. Il est nécessaire de mesurer avec précision non seulement la pachymétrie centrale, mais également la topographie de l'amincissement cornéen avant la pose d'anneaux par exemple.

En effet, les cartes pachymétriques (Orbscan, Pentacam, OCT Visante) montrent que l'amincissement est volontiers excentré, et la pachymétrie dans la zone d'insertion des anneaux doit être prise en compte dans le calcul de la profondeur d'insertion.

Les conséquences visuelles (tableau II B)

Les conséquences visuelles du kératocône sont directement liées aux modifications de sa face antérieure. L'effet optique de la face postérieure est minime du fait de la faible différence d'indice de réfraction entre le stroma et l'humeur aqueuse. La cornée kératocônique reste transparente sauf aux stades les plus avancés de la maladie.

D'un point de vue réfractif, le cambrement de la cornée est responsable d'une myopisation et de l'apparition d'un astigmatisme cornéen de plus en plus prononcé, pouvant atteindre des valeurs entre 5 et 10 D à un stade évolué. Il est à noter que la mesure de la réfraction subjective devient de plus en plus aléatoire à réaliser en raison de la détérioration visuelle, mais surtout de la multifocalité cornéenne liée à l'hyperprolaticité de celle-ci.

Il n'est pas rare d'obtenir la même acuité visuelle en faisant varier de plusieurs dioptries la sphère ou le cylindre.

En réalité, plus que la myopie ou l'astigmatisme induit, c'est la détérioration de la qualité de vision qui constitue le principal handicap visuel du kératocône. La qualité optique de la cornée se détériore au fur et à mesure que sa géométrie s'éloigne de la géométrie d'une cornée normale. Le cambrement excessif, l'hyperprolaticité et surtout le caractère asymétrique de l'astigmatisme sont responsables d'une perte de meilleure acuité visuelle corrigée.

Les aberrations optiques induites par la déformation cornéenne peuvent être mesurées par l'aberrométrie qui détecte

essentiellement une forte aberration sphérique négative (hyperprolaticité) et une coma à prédominance verticale (décentrement du cône).

L'image PSF (*Point Spread Function* ou simulation de la perception visuelle d'un point situé à l'infini) se dégrade au fur et à mesure de l'évolution du kératocône. À un stade trop avancé, l'aberrométrie n'est plus mesurable.

La biomécanique cornéenne (tableau II C)

L'ORA (*Ocular Response Analyser*) permet de quantifier les propriétés biomécaniques de la cornée. Les valeurs du CH (*Corneal Hystereresis*) et du CRF (*Corneal Resistance Factor*) sont souvent abaissées et la courbe est de plus en plus plate au fur et à mesure de l'évolution du kératocône.

Les lentilles de contact (tableau II D)

Le traitement du kératocône débutant ou moyennement évolué repose essentiellement sur le port de lentilles de contact dont l'adaptation devient de plus en plus délicate au fur et à mesure que la maladie progresse. À un certain stade, la déformation cornéenne est trop importante pour que la lentille tienne en place et l'adaptation n'est plus possible.

Cas d'une patiente porteuse d'un kératocône modéré (tableau III)

Madame R., âgée de 31 ans, est secrétaire. Elle présente un kératocône bilatéral découvert à l'âge de 25 ans. Elle a un terrain allergique connu. Elle consulte pour une baisse de la vision de l'œil droit et pour une intolérance aux lentilles de contact rigides.

Un bilan ophtalmologique est réalisé en préopératoire (tableau III, colonne de gauche)

L'examen à la lampe à fente retrouve des cornées fines, transparentes ODG. La pression intraoculaire est normale de même que l'examen du fond d'œil.

La réfraction de l'œil droit est difficile à mesurer : -3,00 (-3,75) 110° → acuité visuelle de 4/10 non améliorable par un trou sténopéique (tableau III B). L'acuité visuelle OG est de 10/10 avec -0,50 (-2,00) 80°.

La topographie d'élévation de type Orbscan révèle un kératocône de stade 2 avec un bombement inférieur prononcé sur l'œil droit (tableau III A) et un kératocône fruste sur l'œil gauche.

On relève une kératométrie maximale (Kmax) à 48 D sur l'OD et 42 D sur l'OG (tableau II B) avec une pachymétrie mesurée au point le plus mince à 480 µm sur l'OD et 510 µm sur l'OG.

L'aberrométrie met en évidence optiquement cette déformation par l'image PSF (tableau III B) associée à un taux de RMS (*Root Mean Square*) significativement élevé d'aberra-

tion d'ordre supérieur de type coma et d'aberration de sphéricité sur l'OD.

L'examen en OCT Visante permet de simuler la position de l'anneau en fonction de la pachymétrie et de la profondeur d'implantation (tableau III C).

Avec l'accord de la patiente et en fonction des éléments de ce bilan, nous décidons de lui proposer une implantation d'anneaux intracornéens de type Keraring au laser femtoseconde sur son OD afin d'améliorer sa qualité de vision et de retarder une éventuelle greffe.

Les résultats du bilan postopératoire à 2 mois (tableau III, colonne de droite)

On note une amélioration significative de l'acuité visuelle sans correction passant de 4/10 à 8/10 avec une correction lunette (tableau III B).

On observe une régularisation cornéenne par l'effet de l'aplatissement cornéen central avec une réduction de l'astigmatisme cornéen (kératométrie maximale passant de 48 D à 45 D), retrouvé à l'Orbscan (tableau III A).

La réfraction sphéro-cylindrique myopique passe à -0,50 (-1,00) 90° (tableau III B).

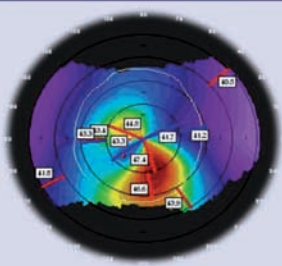
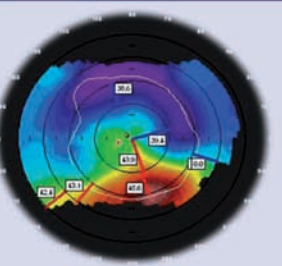
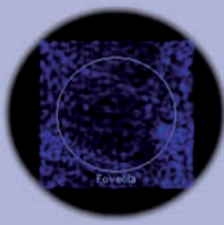

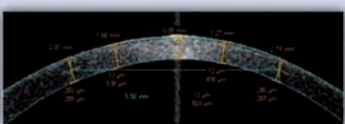
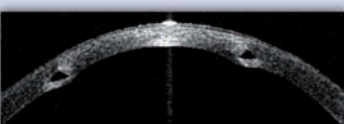
Sur le plan fonctionnel, la patiente note une amélioration significative de sa qualité de vision mise en évidence par l'image PSF donnée par l'aberrométrie (tableau III B).

La patiente signale la présence de minimes halos, mais dit les tolérer sans difficultés face au gain visuel.

Le centrage et la profondeur d'implantation des anneaux intracornéens de type Keraring sont visualisés en OCT Visante (tableau III C).

Grâce à la mise en place de ces anneaux intracornéens, la patiente peut de nouveau porter des lentilles de contact avec un net gain de vision (tableau III D). On peut ainsi espérer stopper l'évolution et différer autant que possible l'éventualité d'une greffe de cornée.

Les investigations en cornéoplastie sont la clef de voûte du dépistage, de la surveillance et de la prise en charge des pathologies cornéennes. Elles permettent ainsi à l'ophtalmologiste d'orienter son choix thérapeutique en fonction du stade de la maladie.

		PRE OPERATOIRE	POST OPERATOIRE 2 MOIS
A	REGULARISATION	 <p>TOPOGRAPHIE CORNEENNE</p>	 <p>POST OPERATOIRE 2 MOIS</p>
	KERATOMETRIE	Kmax 48D Q>>1	Kmax 45D Q>1
B	GAIN VISUEL	REFRACTION -3.00 (-3.75) 110°	- 0.50 (-1.00) 95°
	ABERROMETRIE IMAGE PSF	ACUITE VISUELLE MAVC: 4/10NA AVSC: 1/10	MAVC: 8/10 AVSC: 4/10
C	KERARING		
	OCT Visante		
D	REPORT	OCT Visante	OCT Visante
	LENTILLES DE CONTACT	INADAPTATION AUX LENTILLES DE CONTACT	ADAPTATION AUX LENTILLES DE CONTACT DE NOUVEAU POSSIBLE

Bibliographie

- Bühren J, Kühne C, Kohnen T. Wavefront analysis for the diagnosis of subclinical keratoconus. *Ophthalmology* 2006;113(9):783-90.
- Kaya V, Utine CA, Altunsoy M *et al.* Evaluation of corneal topography with Orbscan II in first-degree relatives of patients with keratoconus. *Cornea* 2008;27(5):531-4.
- Lai MM, Tang M, Andrade EM, Li Y *et al.* Optical coherence tomography to assess intrastromal corneal ring segment depth in keratoconic eyes. *J Cataract Refract Surg* 2006;32(11):1860-5.
- Prisant O, Guedj T. Intérêt des anneaux intracornéens. *Réflexions Ophtalmologiques* 2008; 13(mars):57-60.
- Tan B, Baker K, Chen YL *et al.* How keratoconus influences optical performance of the eye. *J Vis* 2008 (Feb 28);8(2):13.1-10.

Tableau III. Intérêt de l'implantation d'anneaux intracornéens chez une patiente porteuse d'un kératocône modéré.

Photoablations guidées par la topographie cornéenne

LAURENT GAUTHIER

Helios Ophtalmologie, Saint-Jean-de-Luz



La topographie d'élévation

Deux principaux appareils sont diffusés, à savoir le Pentacam (figure 3) et l'Orbscan. Seul le Pentacam est couplé avec un laser excimer (Wavelight, Alcon) ; les données d'élévation ne sont pas ici extrapolées et font l'objet d'une mesure directe. L'avantage de cette

La chirurgie des cornées déformées irrégulières a toujours été un problème tant une correction sphéro-cylindrique est aujourd'hui habituelle, mais l'appréciation fine de la forme d'une cornée ainsi que sa correction sont plus difficiles.

Le topolink consiste à coupler une photoablation avec un relevé de mesures topographiques.

Les principes du topolink

Le but du topolink est de rendre une cornée sphéro-cylindrique, donc accessible soit à une correction lunette, soit à une photoablation réfractive classique complémentaire. De la qualité des mesures dépend la précision de la correction.

Deux types de topographies cornéennes peuvent être utilisés

La topographie spéculaire

Elle utilise le reflet de cercles concentriques (Placido) à la surface de la cornée (figures 1 et 2). Des valeurs d'élévations sont calculées et transmises au laser. Cette topographie est particulièrement bien adaptée lorsqu'il n'existe pas de trouble du reflet cornéen (kératotomie radiaire ou opacité cornéenne superficielle), comme dans le cas, par exemple, d'un décentrement.

Figure 1. Topographe Placido (spéculaire).

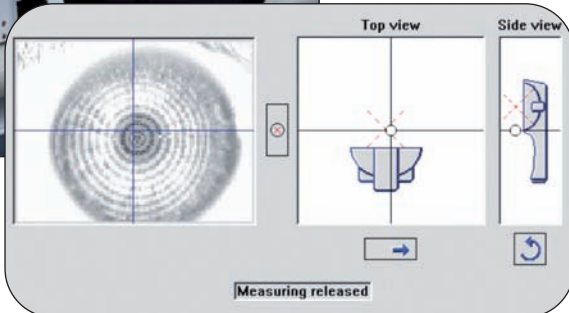
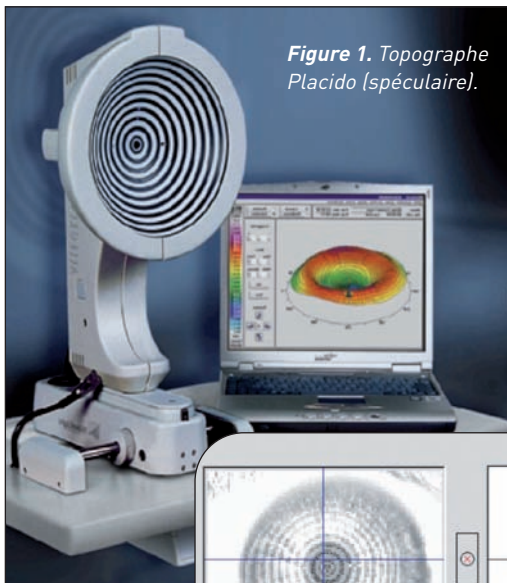


Figure 2. Acquisition des données avec repérage pupillaire.

technique est de donner plus d'informations au centre de la cornée (zone aveugle dans le cas de la microscopie spéculaire car caméra au centre) et d'être indépendant du reflet cornéen (figure 4).

Dans tous les cas, des mesures multiples sont réalisées et importées dans un logiciel spécial pouvant « dialoguer » avec le laser (figure 5). Ce logiciel va moyenniser les examens afin de renforcer la fiabilité des données. Il faudra bien s'assurer que des informations de bonne qualité sur la

Figure 3. Topographie d'élévation Scheimpflug.

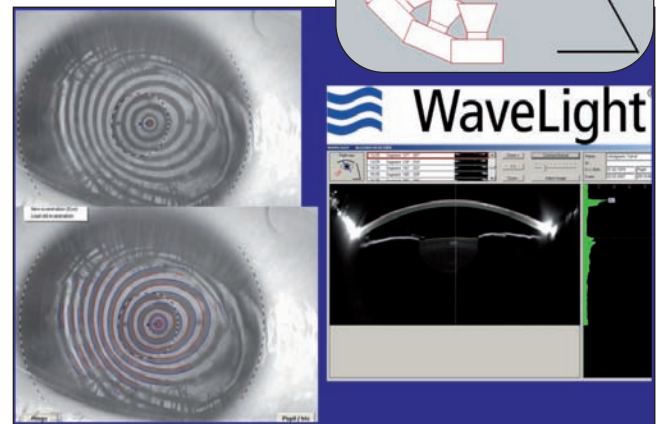


Figure 4. ▲ Meilleure définition de l'image Scheimpflug sur des cornées perturbées.

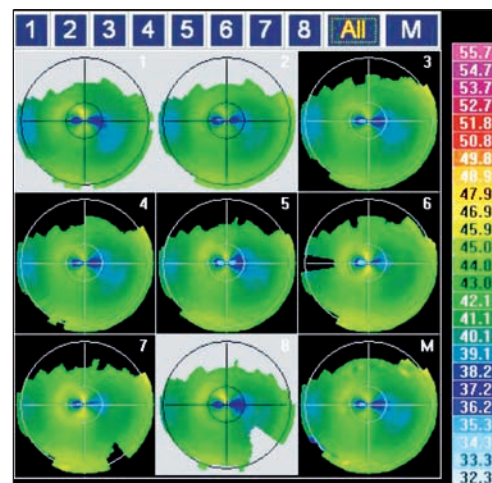


Figure 5. ◀ Importation de topographies multiples. Les résultats sont moyennés.

position de la pupille sont associées à ces topographies. En effet, cette pupille va servir de référence au traitement laser.

L'asphéricité cible de la surface sphéro-cylindrique peut être choisie par défaut : le logiciel proposera une asphéricité « physiologique » avec un facteur Q compris entre 0 et -0,30.

Traitement régularisant et shift réfractif

Le traitement régularisant va alors être généré par le logiciel (figure 6). Ce traitement, même si il n'a pas pour but de modifier la réfraction sphéro-cylindrique, aura une action sur cette dernière (shift réfractif). Ce dernier peut être appréhendé d'une manière assez précise pour des faibles photoablations de régularisation, mais est beaucoup plus difficile à prévoir en cas de régularisation majeure.

Si l'anticipation du shift est facile, le traitement sphéro-cylindrique emmétropisant sera réalisé dans le même temps opératoire (figure 7).

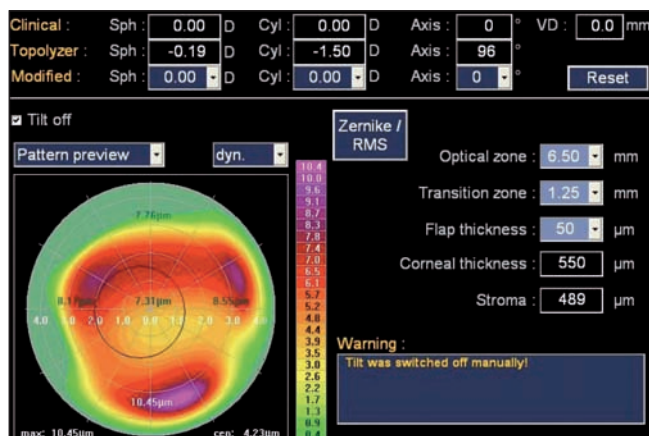


Figure 6. Traitement des irrégularités cornéennes : induction d'un shift réfractif.

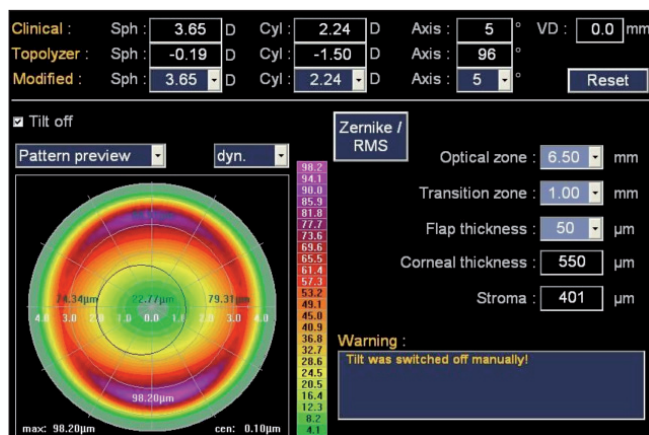


Figure 7. Correction simultanée d'irrégularités cornéennes et d'une erreur réfractive.

Si l'anticipation est trop aléatoire, ou la cornée trop fine pour se permettre des photoablations itératives, une photoablation en deux temps sera préférée : un premier temps régularisant et un second temps emmétropisant.

Les indications du topolink

L'indication majeure du topolink est la reprise chirurgicale d'une cornée déjà opérée qui a perdu ses qualités sphéro-cylindriques.

Les décentrement

Ils représentent l'une des complications majeures de la photoablation et sont générateurs, en fonction de leurs degrés, soit d'une baisse d'acuité visuelle sévère pour les décentrement importants, soit d'aberrations optiques majeures de type diplopie monoculaire, triplie, halos majeurs par semi-mydrisie mésopique ou nocturne.

Dans les décentrement majeurs, le topolink est indispensable (figures 8 et 9) ; en cas de décentrement moins

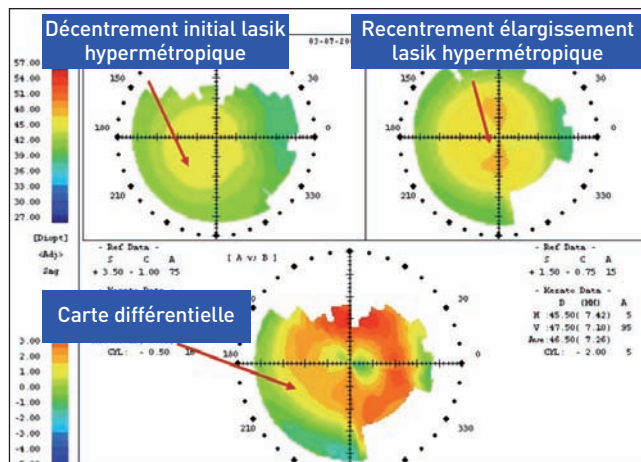


Figure 8. Topolink sur décentration d'une zone optique hypermétropique.

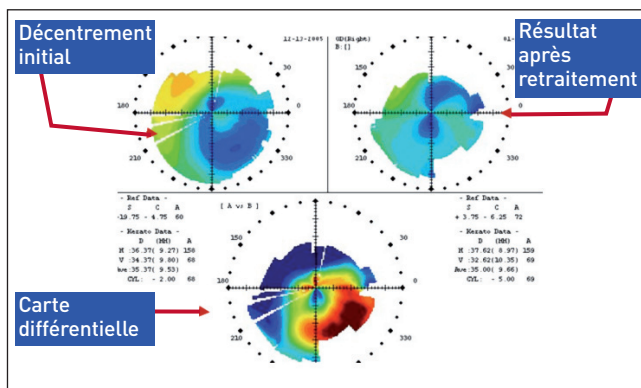


Figure 9. Décentration. Résultat réfractif (-5 90°) = 6/10, pachymétrie : 340 µm, pas d'autre laser possible.

important, le sens clinique du praticien interviendra et permettra de différencier les patients réellement gênés par ce décentrement (et donc candidats au topolink) des patients avec décentremments mineurs peu symptomatiques, plus gênés par une erreur réfractive sphéro-cylindrique et plutôt candidats à un traitement réfractif standard.

Dans les décentremments mineurs, cette technique de topolink peut être mise en concurrence avec les traitements basés sur le front d'ondes (wavefront) (figure 10).

Ces traitements de décentremments améliorent souvent l'acuité visuelle, mais améliorent constamment et de façon majeure le confort visuel du patient chez qui l'on a considérablement diminué les effets optiques parasites.

Les zones optiques inhomogènes (figure 11)

Leur forme majeure est représentée par l'îlot central. Ces complications sont heureusement de plus en plus rares avec la généralisation des *flying spots*. Ce sont des cas particulièrement difficiles à corriger avec des retraitements parfois multiples et une satisfaction des patients moindre que dans le cas du décentrement.

Les zones optiques trop étroites

Elles tendent à disparaître avec les nouveaux profils de photoablation. Les symptômes les plus courants sont des halos nocturnes, des éblouissements.

Le topolink permet d'élargir la zone optique. Si aucune photoablation centrale n'est réalisée dans le cadre du traitement myopique, une remyopisation est constatée. Si la pachymétrie résiduelle le permet, un complément de photoablation centrale permettra d'éviter ce shift réfractif myopique.

Les résultats sont en général excellents.

Les astigmatismes irréguliers post-traumatiques

Ils sont souvent mieux appréhendés par la topographie d'élévation en raison de l'existence d'opacités cornéennes altérant la qualité du reflet cornéen indispensable à la topographie spéculaire. Leurs traitements ressemblent à celui des zones optiques inhomogènes, avec les mêmes difficultés à régulariser ces cornées anarchiques et parfois des résultats quelque peu décevants.

Topolink et kératocône

Le topolink peut trouver toute sa place dans le cas du kératocône et est traité par ailleurs dans ce dossier.

Après kératoplastie transfixiante

Le topolink peut être également utilisé dans le cadre du

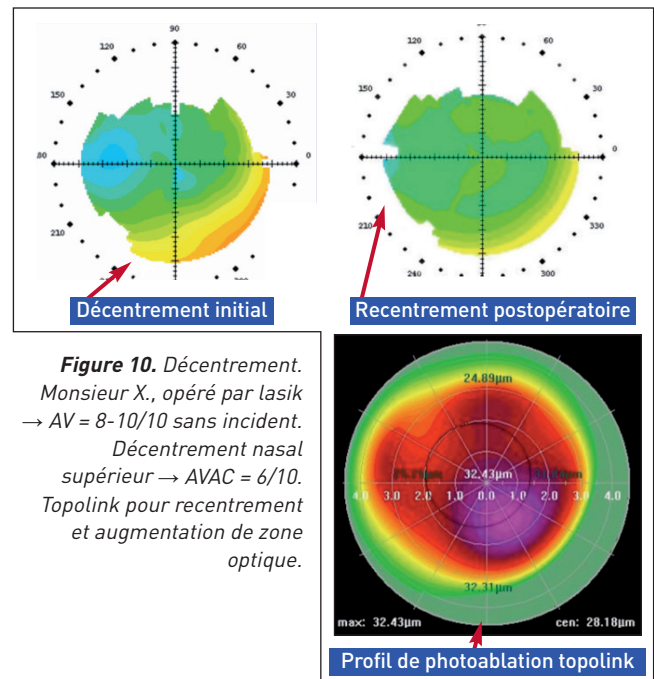


Figure 10. Décentrement. Monsieur X., opéré par laser → AV = 8-10/10 sans incident. Décentrement nasal supérieur → AVAC = 6/10. Topolink pour recentrement et augmentation de zone optique.

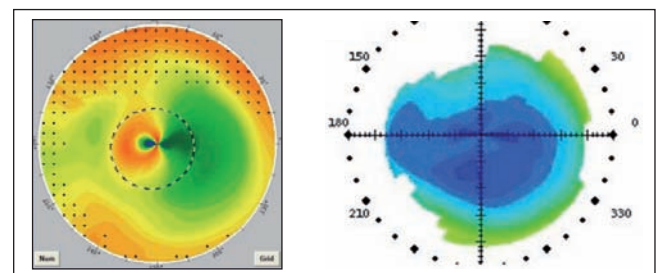


Figure 11. Zone optique inhomogène. Patient traité pour -5.20° . Autre centre : problèmes techniques ? Inhomogénéité centrale équivalent îlot central. Topolink. Second traitement réfractif → 8/10 sans correction.

traitement de l'astigmatisme irrégulier après kératoplastie transfixiante. Les résultats rapportés sont très contrastés, avec parfois des résultats exceptionnels mais aussi parfois décevants, probablement en raison de la difficulté à anticiper l'anneau limitant de la kératoplastie.

Conclusion

Le topolink est probablement incontournable dans le traitement des cornées fortement irrégulières.

Des raffinements techniques ultérieurs (*eye-trackers* tridimensionnels, appareils de topographie plus précis) ainsi que des traitements modifiant la rigidité cornéenne (cross-linking) permettront de repousser les limites de ce type de traitement.

Photoablation guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène cornéen pour le traitement du kératocône

DOMINIQUE PIETRINI

Centre Cornée Kératocône, Paris
dpietrini@club.fr



Le tissu cornéen et stopper la progression de l'ectasie du kératocône, de la dégénérescence marginale pellucide ou de l'ectasie post lasik. En présence de riboflavine à 0,1 % agissant comme agent « photosensibilisant » les UVA appliqués à une irradiance de 3 mW/cm² sont absorbés à 95 % par les 300 premiers microns de la cornée antérieure.

La prise en charge du kératocône s'est transformée récemment par l'apport des nouvelles techniques conservatrices capables non seulement d'améliorer la vision gravement détériorée des patients mais aussi de stabiliser, voire de stopper, le potentiel évolutif de la maladie ectasique, en particulier chez les sujets les plus jeunes. Le développement et les performances des photoablations guidées par la topographie et le cross-linking du collagène cornéen peuvent s'associer de façon synergique pour améliorer la réfraction et la mauvaise qualité de vision, mais aussi stopper l'évolution de la maladie.

Les photoablations guidées par la topographie sont efficaces pour traiter l'astigmatisme irrégulier

Calquer une photoablation sur un profil topographique cornéen ou sur l'analyse préopératoire du front d'onde est une technique utilisée en pratique courante en chirurgie réfractive mais aussi en chirurgie cornéenne réparatrice. Ces photoablations, comme nous le montre Laurent Gauthier dans un article dédié de ce numéro, sont capables de régulariser les cornées irrégulières et de diminuer ou supprimer les aberrations, sources de mauvaise qualité de vision en particulier lors des retraits pour décentrement et pour reprises de petites zones optiques, voire traiter l'astigmatisme irrégulier après greffe de cornée. Ce type de traitement très efficace a été utilisé avec succès pour traiter « l'aberration » du kératocône, mais la crainte de l'amincissement d'une cornée biomécaniquement faible et la description de rares cas d'ectasie après photoablation de surface (PKR) a fait limiter ce traitement à ce jour à la prise en charge de cas particuliers.

Le cross-linking du collagène cornéen (CXL) est efficace pour stopper l'ectasie keratocônique

De nombreuses études confirment chaque jour l'efficacité du cross-linking du collagène cornéen pour « renforcer »

Cross-linking + PKR guidée par la topographie : une association synergique

L'intérêt de l'association de ces deux traitements apparaît immédiatement : il s'agit d'améliorer la réfraction, la qualité de vision et de restaurer la meilleure acuité visuelle diminuée par la déformation cornéenne, mais, dans le même temps, de stabiliser définitivement l'ectasie cornéenne. Après avoir cherché la meilleure séquence de traitement (PKR puis CXL ou CXL puis PKR) il nous est apparu rapidement à la suite des publications de Kanellopoulos que l'association des deux techniques dans le même temps était souhaitable et performante. Une procédure unique associant une photoablation guidée par la topographie suivie immédiatement du cross-linking du collagène est plus confortable pour le patient comme pour le médecin. En effet le laser appliqué sur un tissu vierge est plus prédictible et l'apoptose engendrée par le CXL diminue la réponse immune et par la même le haze potentiel.

Les questions posées

- **L'amincissement cornéen.** Le point clé de ce traitement plus encore que pour la réalisation d'un CXL isolé est l'épaisseur cornéenne. L'ablation doit être limitée à 40 ou 50 µm et nous fixons la pachymétrie cornéenne au point le plus mince à 450 µm afin de réaliser ensuite le CXL dans les conditions optimales de sécurité.

- **Les changements réfractifs induits par chaque procédure.** Chacune de ces techniques (PRK et CXL) induit à des degrés divers une modification réfractive peu prévisible. C'est le cas de la PKR guidée par la topographie qui, en fonction du type d'ablation, centrale ou périphérique, peut induire des modifications réfractives aléatoires, en particulier sur des cornées très irrégulières. De même, le CXL induit un aplatissement cornéen pouvant aller jusqu'à 2,00 D dans les mois ou années suivant la procédure et dont il faudra tenir compte. Pour ces différentes raisons, cette association ne peut en aucun cas être présentée comme une chirurgie réfractive.

La technique chirurgicale

Pour ces traitements particuliers guidés par la topographie, nous utilisons le laser Allegretto (WaveLight AG, Erlangen, Allemagne). Après la désépithélialisation, notre protocole d'ablation utilise de petites zones optiques comprises entre 5 et 6 mm afin d'avoir le maximum d'effet et une ablation toujours inférieure à 50 µm. La programmation des valeurs de sphère et de cylindre sont limitées à un maximum de 70 % des valeurs mesurées en préopératoire afin d'anticiper les changements réfractifs induits. Nous réalisons ensuite le cross-linking dans les conditions habituelles avec l'appareil CBM Vega Xlink Crosslinking System muni d'un écran de contrôle vidéo.

Compte tenu de l'absence de haze habituellement supérieur à 1+, nous n'appliquons jamais de mitomycine. Nous posons une lentille de contact, et le traitement postopératoire comporte des collyres antibiotiques et lubrifiants non spécifiques.

Des morphiniques sont prescrits pour 12 heures immédiatement après la procédure. À la différence d'un cross-linking réalisé isolément, l'amélioration subjective est rapide et apparaît souvent au cours du premier mois postopératoire. Des modifications réfractives minimales peuvent avoir lieu tardivement jusqu'à un ou deux ans après la procédure.

Cas d'un kératocône évolutif (figures 1 à 4)

Il s'agit d'un kératocône évolutif chez une patiente présentant une intolérance aux lentilles rigides, avec diminution de la qualité de vision et perte de meilleure acuité visuelle limitée à 7/10 après correction d'un astigmatisme de 3 D.

Le laser génère un profil ablatif calqué sur les données topographiques préalablement transmises. La correction entrée dans le laser est partielle et l'ablation centrale maximum est de 31 µm. Les premières cartes topographiques montrent l'aspect pré- et postopératoire et les cartes topographiques suivantes montrent la topographie différentielle comparée au profil ablatif.

La correction réfractive et la régularisation cornéenne permettent d'obtenir un gain d'acuité visuelle sans correction de 2 lignes mais aussi un gain de meilleure acuité visuelle corrigée de 2 lignes également.

	Préop	Postop PRK + CXL 1 mois
UCVA	4/10	6/10
BCVA	7/10	9/10
Réfraction	+0,50 (-3,00) 120°	+0,50

Figure 1. Réfraction de la patiente avant et un mois après la procédure (PRK + CLX).

UCVA = acuité visuelle sans correction. BCVA = meilleure acuité visuelle avec correction.

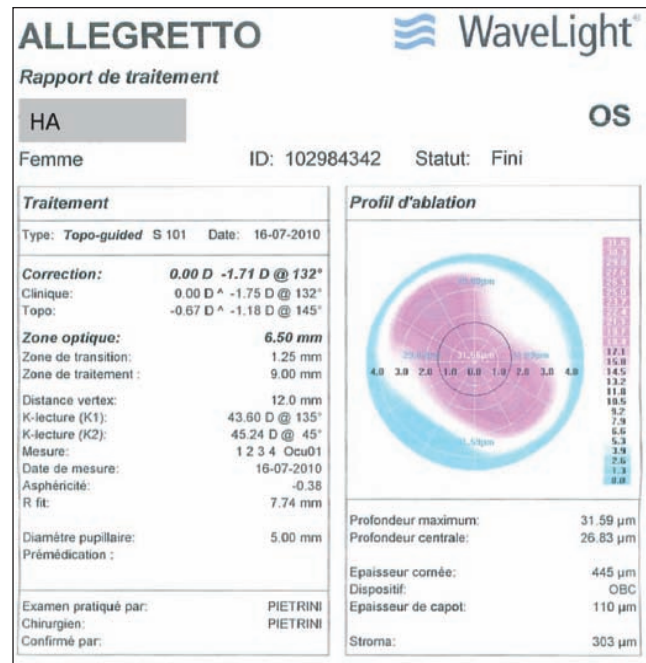


Figure 2. Profil ablatif généré par le laser calqué sur les données topographiques.

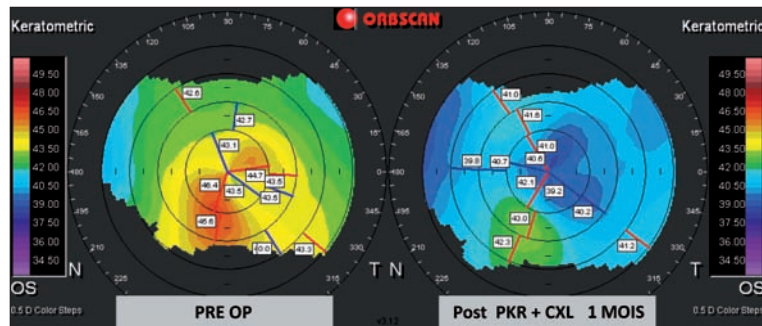


Figure 3. Topographie cornéenne. Aspect pré- et postopératoire.

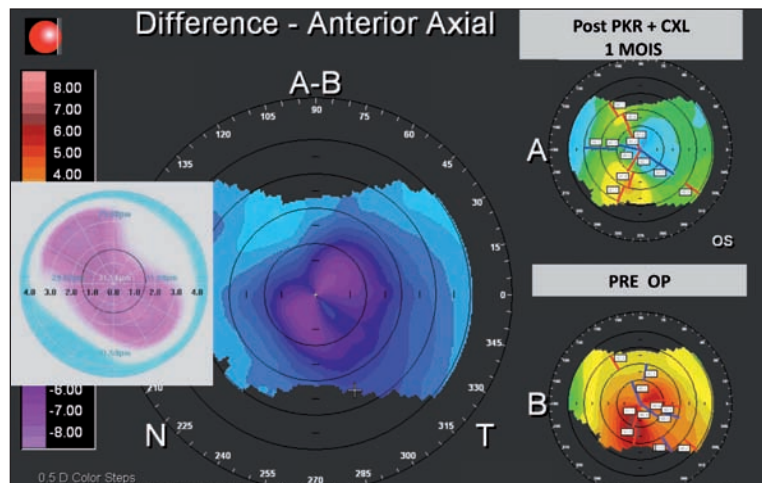


Figure 4. Topographie différentielle comparée au profil ablatif.

Améliorer la vision et stabiliser la cornée

Le traitement du kératocône par l'association d'une photoblaitation limitée guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène cornéen dans le même temps permet non seulement d'améliorer l'erreur réfractive mais

aussi la qualité de vision par la régularisation topographique engendrée par le profil ablatif spécifique, et de traiter l'instabilité cornéenne. Cette association représente une alternative supplémentaire dans la prise en charge conservatrice du kératocône.

Bibliographie

Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg* 2009 Sep;25(9):S812-8.

Kanellopoulos AJ, Binder PS. Collagen cross-linking (CCL) with sequential topography-guided PRK: a temporizing alternative for keratoconus to penetrating keratoplasty. *Cornea* 2007 Aug;26(7):891-5.

Krueger RR, Kanellopoulos AJ. Stability of simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy and riboflavin/UVA cross-linking for progressive keratoconus: case reports. *J Refract Surg* 2010 Oct;26(10):S827-32.

Kymionis GD, Kontadakis GA, Kounis GA, Portaliou DM, Karavitaki AE, Magarakis M, Yoo S, Pallikaris IG. Simultaneous topography-guided PRK followed by corneal collagen cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg* 2009 Sep;25(9):S807-11.

Prise en charge du kératocône par anneaux intracornéens

OLIVIER PRISANT^{1,2,3}
TONY GUEDJ^{1,2}

1. Clinique de la Vision
2. Centre Cornée Kératocône
3. Fondation ophtalmologique A. de Rothschild Paris

Les anneaux intracornéens (AIC) font désormais partie de l'arsenal thérapeutique pour la prise en charge du kératocône. Ils sont indiqués à un stade intermédiaire, suffisamment avancé pour que les lentilles de contact ne soient plus tolérées, mais sans que la déformation cornéenne soit trop prononcée. Ils permettent fréquemment d'améliorer la meilleure acuité corrigée en régularisant la surface cornéenne et de corriger partiellement l'amétropie sphéro-cylindrique. Ils permettent de réduire souvent considérablement l'astigmatisme cornéen.

Il existe une corrélation étroite entre la géométrie cornéenne et la fonction visuelle. L'illustration de ce phénomène est la détérioration de la fonction visuelle avec la déformation progressive kératocônique. La topographie cornéenne est donc un élément central qui permet d'évaluer la géométrie cornéenne, et ceci à tous les stades de la prise en charge du kératocône.

- *Au stade préopératoire* : la topographie permet une évaluation précise de la géométrie cornéenne et une évaluation préopératoire permettant de poser l'indication d'AIC et d'en évaluer le pronostic.
- *Au niveau de l'acte chirurgical* : la topographie cornéenne ainsi que la réfraction sont nécessaires à l'élaboration du plan de pose des anneaux, c'est-à-dire au choix de ces derniers



et de leur localisation précise.

- *Lors du suivi post-opératoire* : ce sont les variations topographiques entre l'aspect pré- et postopératoire qui permettent d'évaluer l'efficacité théra-

peutique des AIC sur la géométrie cornéenne et, en corollaire, sur la fonction visuelle. La topographie permet par ailleurs de suivre l'évolution à long terme du kératocône.

À tout moment, il sera nécessaire de rapprocher l'aspect anatomique cornéen visualisé sur la topographie et la fonction visuelle mesurée par les tests habituels.

Au travers d'un exemple concret, nous allons illustrer la prise en charge d'un kératocône par AIC au niveau de l'œil droit d'une patiente âgée de 24 ans ayant un kératocône bilatéral, devenue intolérante aux lentilles de contact et présentant une bonne indication aux AIC.

Le bilan préopératoire

La meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) de l'œil droit est de 3/10 avec -5,50 (-2,50) 20°. L'acuité sans correction (SC) est de 1/10°, P2. Les valeurs kératométriques se situent entre 46 et 56 D. La carte topographique préopératoire permet d'analyser la déformation cornéenne et de prévoir la réponse cornéenne à la pose d'AIC. Il existe une étroite relation entre la carte kératométrique et la carte d'élévation obtenue en Orbscan. Le pronostic des anneaux est favorable car le cône n'est pas trop évolué (valeurs kératométriques entre 46 et 56 D) et surtout décentré. En effet, les anneaux sont d'autant plus efficaces qu'un recentrement est possible (*figures 1 à 4*, page 26).

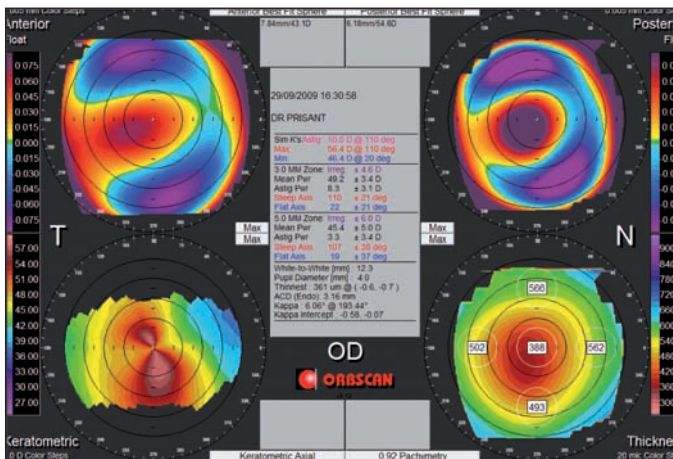


Figure 1. Orbscan préopératoire (mode normal) de l'œil droit montrant un kératocône décentré en temporal.

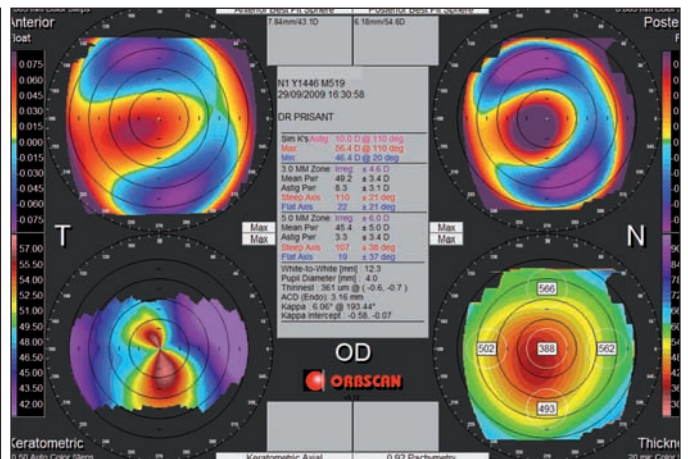


Figure 2. Orbscan préopératoire en mode autoscale. L'échelle en mode autoscale correspond à une échelle normalisée. Ce mode permet d'accroître les détails sur la carte kératométrique.

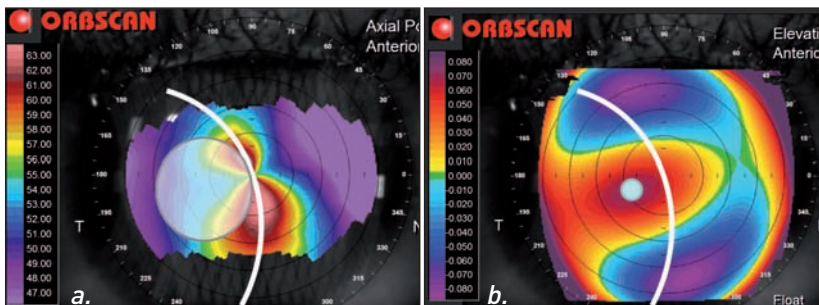


Figure 3. Topographie du cône : relation entre carte kératométrique et carte d'élevation. La carte kératométrique (a) montre une cornée très cambrée avec des valeurs kératométriques allant jusqu'à 57 D. Cet astigmatisme est asymétrique dans le sens vertical (valeurs kératométriques plus cambrées en inférieure qu'en supérieure). L'astigmatisme est également asymétrique dans le sens horizontal. En effet, les deux héli-axes verticaux ne sont pas alignés (SRAX), mais dessinent un arc de cercle (trait blanc) dont la concavité est orientée en temporal. Le sommet du cône est situé dans la concavité de cet arc (zone blanche sur la figure 3a). La localisation exacte du sommet du cône est donnée par la topographie d'élevation (point blanc sur la figure 3b).

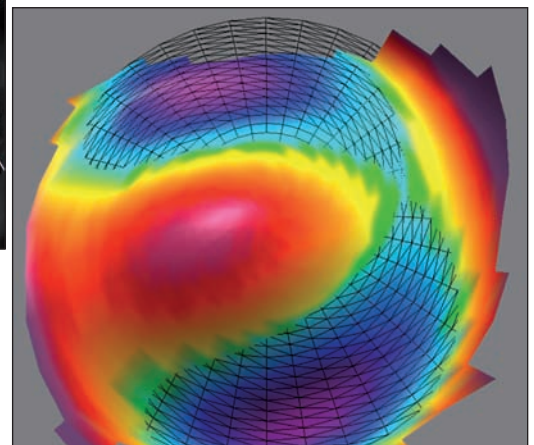


Figure 4. Vue tridimensionnelle du cône. On voit l'astigmatisme direct et le bombement paracentral temporal du cône.

La détermination du plan de pose

Le plan de pose correspond au choix des anneaux et à leur localisation exacte par rapport au kératocône. Pour préciser la stratégie de pose, nous avons besoin d'une part de la réfraction et, d'autre part, de la topographie cornéenne. C'est surtout la topographie d'élevation qui permet de guider la localisation et le choix des anneaux qui seront posés (figures 5 à 7).

L'analyse topographique postopératoire

Le suivi postopératoire après pose d'AIC se fait essentiellement sur la topographie cornéenne. Celle-ci permet de mesurer la modification de la géométrie cornéenne induite par la pose des AIC. Dans cet exemple, les modifications sont illustrées sur les figures 8 à 14. Sur le plan visuel, la

meilleure acuité de la patiente est remontée de 3/10^e avec -5,50 [-2,50] 20° en préopératoire à 6/10^e avec -3,50 [-3,00] 20° en postopératoire. Surtout, nous observons une spectaculaire réduction de l'astigmatisme kératométrique qui est passé de 10 à 3 D (figures 8 à 14). La figure 15 illustre le cas d'une autre patiente.

Conclusion

Les AIC sont indiqués chez les patients ayant un cône d'évolution intermédiaire et devenus intolérants aux lentilles de contact. Ils permettent le plus souvent d'améliorer la meilleure acuité et de réduire l'astigmatisme cornéen en réduisant et en recentrant le cône. La topographie cornéenne est indispensable au bilan préopératoire et au suivi après pose d'AIC. Elle est primordiale pour évaluer le pronostic de la pose

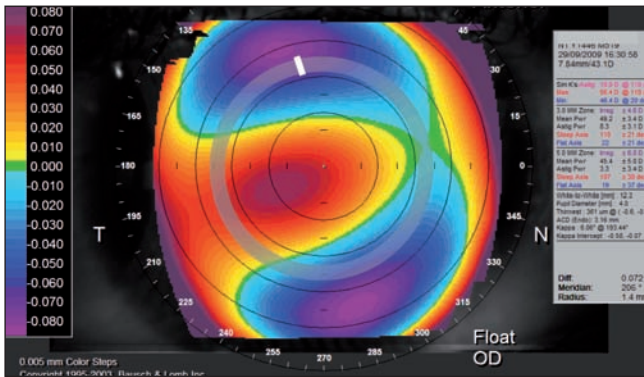


Figure 5. Prévion du tunnel réalisé au laser femtoseconde et de l'incision. Le tunnel, centré sur l'axe visuel, est actuellement réalisé au laser femtoseconde. En ce qui concerne les anneaux de Ferrara, le diamètre interne est de 5 mm et le diamètre externe de 5,8 mm. L'incision (trait blanc) est située sur le méridien le plus cambré.

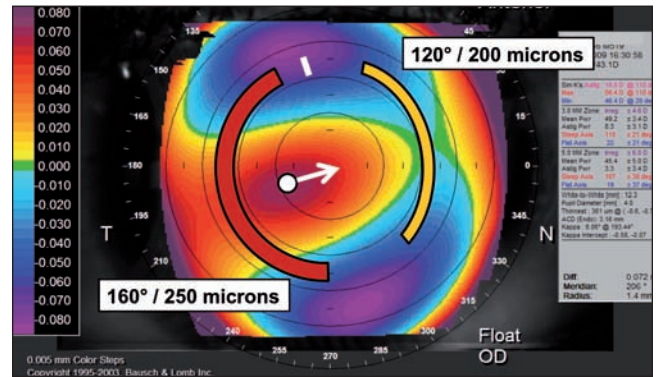


Figure 6. Choix et action des anneaux. L'objectif des anneaux est de décambler la cornée, de corriger partiellement l'astigmatisme et de recentrer le cône. Le plus souvent, un seul héli-anneau suffit pour réduire et recentrer le cône (flèche blanche). Il est posé sur le méridien où se situe le cône, en aval de celui-ci. L'anneau principal (rouge sur la figure) (160°/250 µm) sera ici posé sur le méridien de 200° en aval du cône. Comme l'astigmatisme cornéen est très important (+10 D à 110°), nous choisissons de poser également un second héli-anneau (anneau jaune moins puissant, ici 120°/200 µm) sur le méridien opposé (20°). Ainsi la pose combinée de ces deux héli-anneaux permettra d'atteindre l'objectif fixé (déplacement du point blanc selon la flèche blanche).

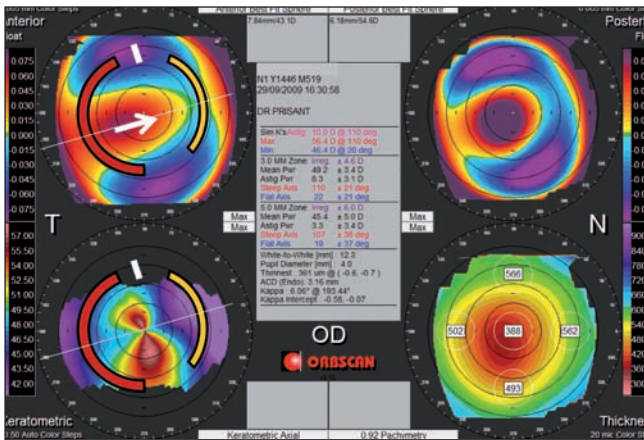


Figure 7. Sur la quadmap de l'Orbscan, nous voyons qu'il existe une correspondance entre l'hémi-axe où se situe le cône (aux alentours de 200°) et le méridien plat sur la carte kératométrique (ligne blanche). La localisation de l'incision (rectangle blanc) est située sur le contre-axe, c'est-à-dire sur le méridien vertical, de manière à ce que l'extrémité des anneaux se situe à distance de cette incision.

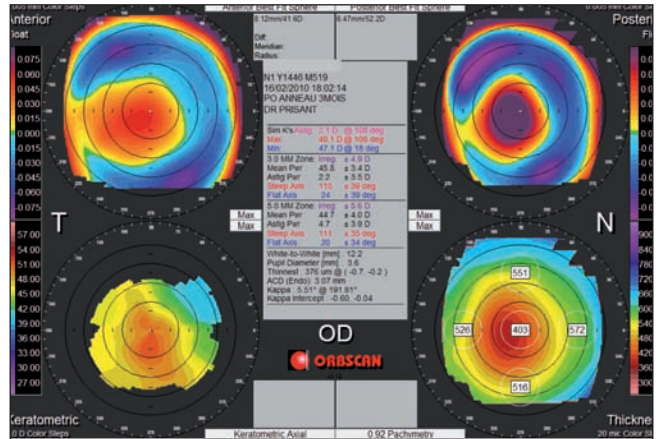


Figure 8. Orbscan postopératoire montrant l'aspect à 3 mois après pose d'AIC. Nous observons une réduction kératométrique moyenne de 52 à 48 D en postopératoire.

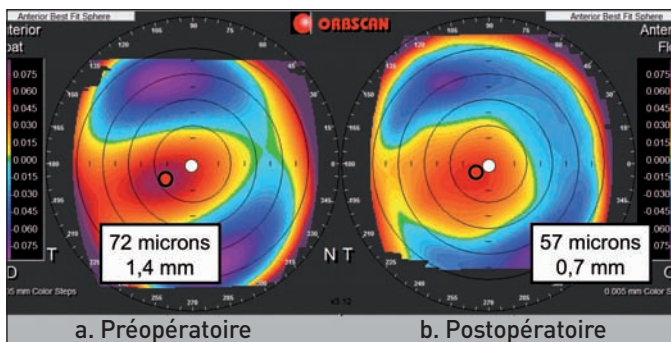


Figure 9. Comparaison des cartes d'élévation avant et après pose d'AIC. Cette figure illustre l'évolution du cône avant et après pose d'AIC. Nous voyons en préopératoire (a) que le point le plus élevé sur la topographie d'élévation antérieure (point rouge) est à 72 µm et situé à 1,4 mm du centre (point blanc). En postopératoire (b), le cône s'est aplati et recentré. En effet, le point d'élévation maximal antérieur n'est plus qu'à 57 µm et à 0,7 mm du centre. L'effet de la pose des anneaux aura donc permis de réduire et de recentrer le cône. Cet effet est directement corrélé à l'amélioration de l'acuité visuelle observée chez la patiente.

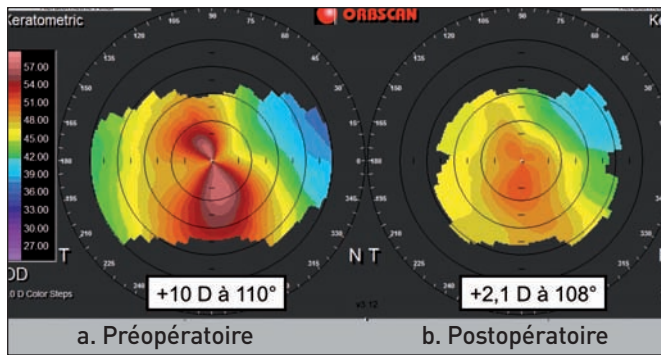


Figure 10. Évolution de la carte kératométrique. L'astigmatisme topographique s'est considérablement réduit puisqu'il est passé de 10 D à 110° en préopératoire (a) à 2,1 D à 108° en postopératoire (b).

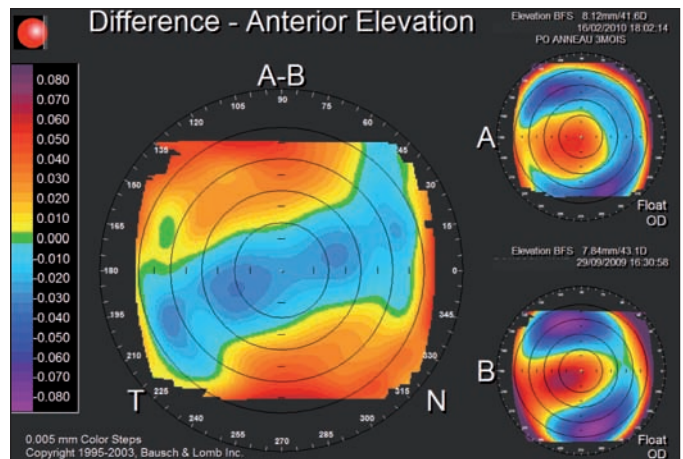


Figure 11. Évolution de la carte d'élévation antérieure. Sur cette carte différentielle, nous constatons l'efficacité des anneaux en termes de réduction de l'astigmatisme sur le mode élévation (bande bleue oblique).

Figure 12. Visibilité des anneaux et de l'incision. Sur l'Orbscan, il est également possible de visualiser avec précision les anneaux (quatre flèches rouges indiquant les extrémités des deux anneaux) ainsi que l'incision (flèche blanche). Nous constatons que ces derniers sont parfaitement centrés par rapport à l'axe visuel, ce qui est un facteur de réussite primordial de la procédure. Il est donc possible d'évaluer la qualité du centrage sur la topographie cornéenne.

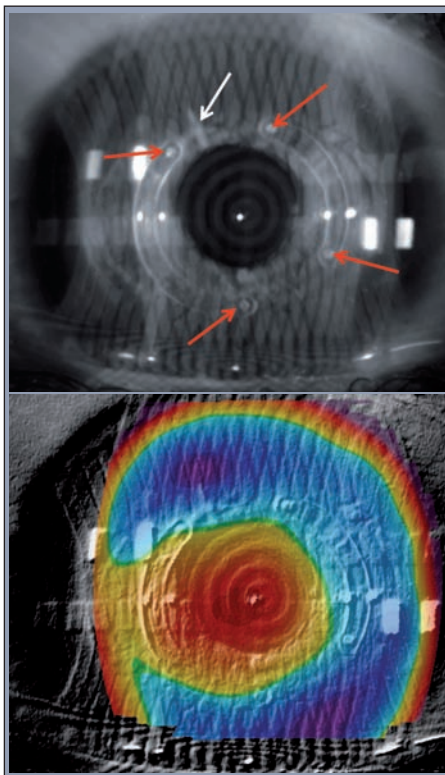
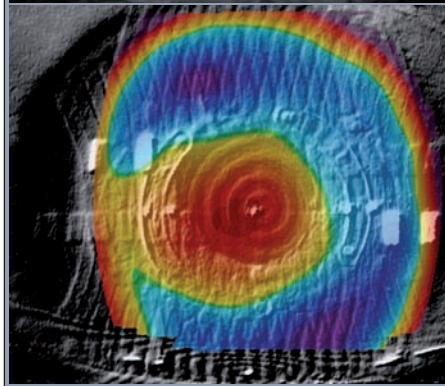


Figure 13. Vue des anneaux avec la carte d'élévation superposée. Il est possible de superposer sur l'image précédente la carte d'élévation antérieure afin de localiser les anneaux par rapport à celle-ci.



des anneaux. Elle permet de réaliser précisément le plan de pose en s'aidant également de la réfraction du patient. Il existe une corrélation étroite entre la géométrie du cône (décentrement et importance du cône) et la fonction visuelle. Plus le cône est décentré, plus il sera possible de le recentrer à l'aide des anneaux et donc d'être efficace sur la fonction visuelle. En cas d'évolutivité du kératocône, en particulier chez les patients très jeunes, il est possible de combiner la pose d'anneaux à un cross-linking de la cornée.

Figure 14. Anneaux centrés. Positionnement des anneaux (en rouge) par rapport au centre pupillaire. Nous constatons que dans l'exemple de cet article, les anneaux sont parfaitement centrés par rapport à l'axe visuel. Nous constatons également que l'extrémité des deux hémianneaux se situent à distance de l'incision (flèche blanche). En effet, si l'anneau était situé en regard de l'incision, il existerait une réouverture de l'incision avec fonte stromale, ce qui nécessiterait un repositionnement de l'anneau.

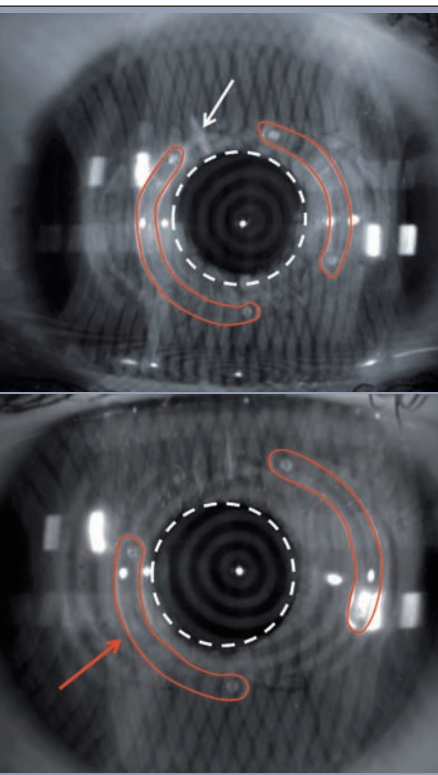


Figure 15. Anneaux décentrés. Il s'agit d'une autre patiente montrant cette fois deux hémianneaux décentrés par rapport à l'axe optique et la pupille. Dans cet exemple, la patiente se plaint de halos très importants nécessitant l'ablation de l'anneau le plus proche de l'axe optique (flèche rouge).

Bibliographie

Coskunseven E, Kymionis GD, Tskiklis NS, Atun S, Arslan E, Jankov MR, Pallikaris IG. One-year results of intrastromal corneal ring segment implantation (KeraRing) using femtosecond laser in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;145(5):775-9.

Zare MA, Hashemi H, Salari MR. Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: safety and efficacy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(11):1886-91.

Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology* 2007;114(9):1643-52.

Cornéoplastie physico-chimique : le cross-linking du collagène cornéen

PIERRE FOURNIÉ
FRANÇOIS MALECAZE

Centre de référence nationale du kératocône
CHU Purpan, Toulouse

Stratégie développée initialement par l'équipe de Théo Seiler, le cross-linking du collagène cornéen confirme l'intérêt qui lui est porté par tous les praticiens intéressés dans la prise en charge du kératocône.

Les principes du cross-linking

L'induction d'un cross-linking va solidariser les fibrilles de collagène de la matrice extracellulaire cornéenne retrouvée dans le kératocône. Autrement dit, ce procédé permet de rigidifier la cornée. L'objectif clinique est de ralentir, voire de stopper, un kératocône évolutif. Le principe biochimique du « pontage » des fibres de collagène repose sur la formation de radicaux libres oxygénés qui vont induire la formation d'une liaison covalente entre les terminaisons hydrocarbonées des fibrilles de collagène (figure 1).

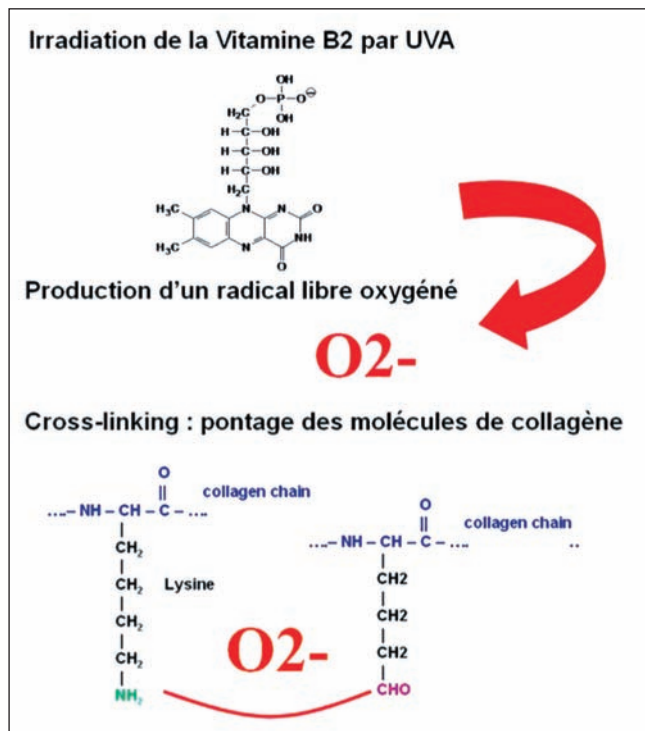


Figure 1. Procédé biochimique du cross-linking.



Une
procédure
chirurgicale
simple
à ne pas
banaliser

La technique est de réalisation extrêmement simple et se déroule en ambulatoire (figure 2). Le patient est installé sur une table dans un « environnement chirurgical ». Après une désinfection locale, une goutte d'anesthésique local est instillée. L'intervention commence par une ablation mécanique de l'épithélium cornéen. Puis, on procède à l'administration du collyre de riboflavine

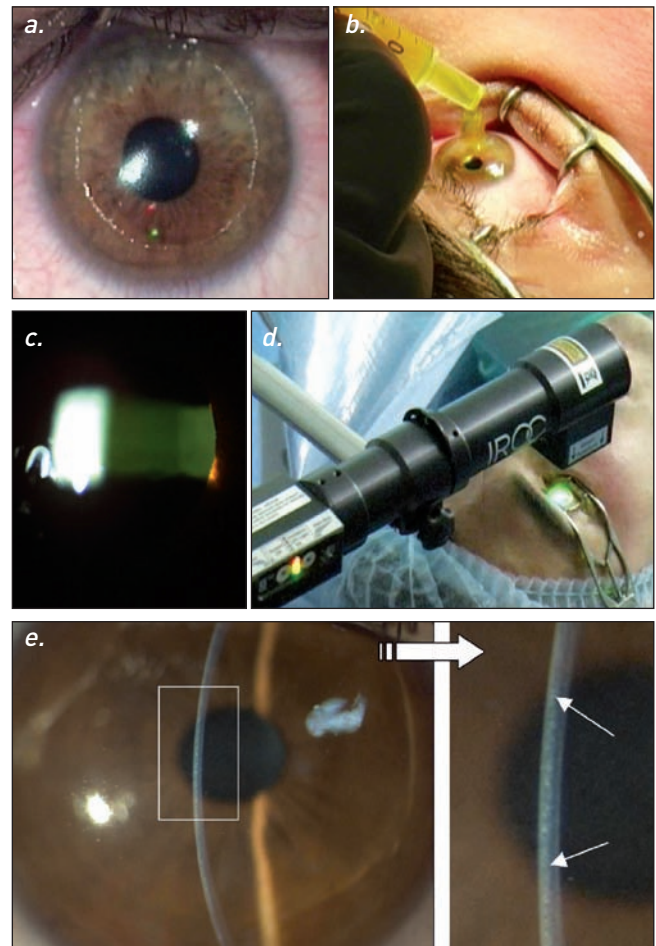


Figure 2. Cross-linking du collagène cornéen.
a. Désépithélialisation de 8-9 mm de diamètre. b. Instillation de riboflavine. c. Vérification de la pénétration de la riboflavine dans le stroma et en chambre antérieure. d. Exposition aux UVA. e. Image postopératoire fréquemment observée avec ligne de démarcation par modification de la réflectivité de la cornée traitée.

(vitamine B2), une goutte toutes les minutes pendant 30 minutes. On peut observer un Tyndall jaune du collyre dans la chambre antérieure. La riboflavine joue un rôle à la fois de photosensibilisation aux UV mais également de « *blocker* » pour protéger la rétine et le cristallin d'une toxicité éventuelle du rayonnement. Le patient est ensuite exposé à l'irradiation UVA, délivrée par l'appareil UV. La calibration de sa fluence doit être vérifiée avant chaque début de traitement. Elle est fixée à 3 mW/cm². La durée de l'exposition est de 30 minutes, au cours de laquelle on instille encore toutes les 5 minutes le collyre de vitamine B2. Le traitement se termine par la mise en place d'une lentille thérapeutique sur l'œil traité et le patient repart avec un traitement antibiotique local et hydratant.

Les indications sont basées sur la progression

Le cross-linking du collagène cornéen représente actuellement le seul traitement potentiellement capable d'arrêter la progression du kératocône. Le but du traitement étant de stabiliser un kératocône qui progresse, le bon sens est de ne pas traiter « inutilement » un kératocône stable. En revanche, il convient d'avertir le patient de l'importance de la surveillance et de la possibilité de traiter en cas de progression.

Les indications sont donc le kératocône et/ou les ectasies secondaires évolutifs documentés, en particulier chez les sujets jeunes.

Les critères de progression

Parmi les critères de progression, on peut citer, sur une période de 24 mois :

- une augmentation ≥ 1 D du méridien le plus cambré (kératométrie maximale),
- une augmentation ≥ 1 D de l'astigmatisme manifeste réfractif,
- un shift myopique $\geq 0,50$ D de l'équivalent sphérique manifeste réfractif,
- une diminution $\geq 0,1$ mm du rayon de courbure postérieur au cours de l'adaptation de lentilles rigides.

Il s'agit des critères d'inclusion de l'étude d'accréditation de la FDA.

Un âge supérieur à 35 ans et une kératométrie maximale supérieure à 58 dioptries sont des facteurs de risque de complications postopératoires (opacification cicatricielle notamment).

L'épaisseur cornéenne doit être supérieure à 400 μ m

Une cornée mince, inférieure à 400 μ m, comporte un risque endothélial théorique. La solution de riboflavine iso-

tonique est une association de riboflavine 0,1 % et de dextrane 20 %. Cette solution d'osmolarité 402,7 mOsm/l est donc isotonique à la cornée dont l'osmolarité est de 400 mOsm/l. En deçà de 400 μ m, il faut préférer une solution de riboflavine hypotonique sans dextrane dont l'osmolarité de 310 mOsm/l est à l'origine d'un œdème cornéen induit transitoire qui permet à l'épaisseur cornéenne de dépasser cette limite de 400 μ m. La littérature ne rapporte à l'heure actuelle aucune atteinte endothéliale, cristallinienne ou rétinienne lorsque la barrière des 400 μ m est respectée.

Des patients à exclure

Il convient d'exclure du traitement les patients qui font preuve d'une stabilité clinique et instrumentale avérée au cours des 6-12 derniers mois, qui présentent des opacités cornéennes cicatricielles (à l'exception des stries de Vogt), les yeux avec un antécédent de kératite herpétique, les patients avec une sécheresse oculaire grave, une infection cornéenne active ou une maladie auto-immune concomitante.

Les résultats des études

Une tendance à l'amélioration de l'acuité

La première étude randomisée contrôlée publiée est australienne. Il s'agit de résultats préliminaires sur une analyse intermédiaire. Elle comporte 66 yeux porteurs de kératocône inclus sur des critères de progression topographiques et réfractifs. Trente-trois yeux ont été traités par cross-linking contre 33 non traités et servant de contrôle. Les résultats sont en faveur d'une stabilisation avec une kératométrie maximale diminuée en moyenne de 0,74 D ($p = 0,004$) à 3 mois, 0,92 D ($p = 0,002$) à 6 mois et 1,45 D ($p = 0,002$) à 1 an.

Dans le groupe contrôle, inversement, la kératométrie maximale a augmenté de 0,60 D ($p = 0,041$) à 3 mois, 0,60 D ($p = 0,013$) à 6 mois et 1,28 D ($p \leq 0,0001$) à 1 an.

Fréquemment rapportée, une tendance à l'amélioration de l'acuité visuelle était également retrouvée dans le groupe traité, alors que le groupe contrôle présentait une perte significative d'acuité visuelle. Le traitement n'a pas eu de répercussion sur l'équivalent sphérique ni sur la densité cellulaire endothéliale.

Les rapports préliminaires des études comparatives d'accréditation FDA aux États-Unis reflètent la même tendance. Sur une comparaison à 3 mois de 76 patients porteurs de kératocône contre 76 contrôles et de 71 ectasies post-lasik contre 69 contrôles, la kératométrie maximale (-0,5 D vs +0,27 D) et la kératométrie moyenne (-0,29 D vs +0,15 D) étaient significativement diminuées. La meilleure acuité visuelle corrigée était significativement améliorée (gain de 3,93 lettres). L'équivalent sphérique subjectif n'était pas

modifié. Les résultats à 6 mois sur les patients ayant atteint ce suivi accentuent cette tendance vers une diminution du Kmax et une amélioration de l'acuité. Parmi les 147 yeux traités, étaient rapportés : 4 infiltrats (1,2 %) dont un seul avait une culture positive, 4 retards d'épithélialisation (1,2 %) et 1 cas d'uvéïte (0,3 %).

Des risques potentiels rares

Bien que les effets secondaires soient rares, l'augmentation du nombre de patients traités a permis « l'éclosion » de complications. Celles-ci vont du risque infectieux dû à la désépithélialisation peropératoire et à la pose d'une lentille pansement jusqu'à des cas de nécrose cornéenne avec perforation. Les cas de haze cicatriciel postopératoire sont fréquents, voire systématiques, et le plus souvent régressifs (figure 3). Il n'est cependant pas rare d'observer des pertes de ligne d'acuité visuelle après cross-linking. Des infiltrats

cornéens aseptiques ont également été rapportés. Heureusement rares et souvent bénignes, ces complications nous rappellent qu'il s'agit d'une procédure chirurgicale codifiée avec ses risques potentiels et qu'il convient de ne pas banaliser.

Le cross-linking du collagène cornéen semble donc être une approche prometteuse

Les travaux précliniques ont confirmé la validité du concept de rigidification *ex vivo* de la cornée par cross-linking. L'évaluation biomécanique *in vivo* ne permet cependant pas à l'heure actuelle de « quantifier et d'authentifier » l'effet du traitement. Cette authentification n'utilise que des éléments indirects de stabilisation topographique. Les études comparatives randomisées avec un groupe contrôle sont en faveur d'un effet bénéfique du traitement.

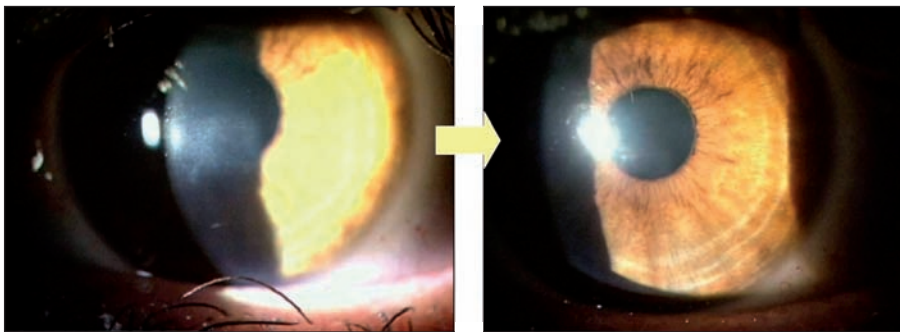


Figure 3. Le haze postopératoire est souvent spontanément régressif au bout de 1 à 3 mois.

Bibliographie

Koller T, Mrochen M, Seiler T. Complication and failure rates after corneal crosslinking. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:1358-62.

Spoerl E, Huhle M, Seiler T. Induction of cross-links in corneal tissue. *Exp Eye Res* 1998;66:97-103.

Wittig-Silva C, Whiting M, Lamoureux E *et al.* A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: preliminary results. *J Refract Surg* 2008;24:S720-5.

La cornéoplastie antérieure dans le kératocône



THANH HOANG-XUAN

Hôpital américain de Paris
Centre Cornée Kératocône, Paris

La cornéoplastie lamellaire antérieure est une alternative intéressante à la kératoplastie transfixiante pour traiter les cornées opaques et/ou irrégulières dont l'endothélium est sain. Le kératocône, principale indication de la greffe de cornée, en représente l'indication typique, à condition qu'elle soit très profonde.

Il faut en connaître le sigle anglo-saxon car il est systématiquement utilisé dans les publications comme dans les communications orales. C'est la DALK pour *Deep Anterior Lamellar Keratoplasty*.

Principaux avantages de la cornéoplastie antérieure sur la kératoplastie transfixiante

La préservation de l'endothélium garante d'une transparence cornéenne durable

La perte cellulaire endothéliale est physiologique ou, au pire, un peu augmentée seulement dans les six premiers mois postopératoires, alors qu'après greffe transfixiante, l'espérance de vie du greffon ne dépasse pas 20 ans en moyenne, ce qui est un inconvénient majeur chez des patients greffés souvent jeunes.

L'absence quasi totale de rejet endothélial

On utilise en France des greffons conservés dans des liquides qui permettent la survie cellulaire. Mais l'endothélium qui est porteur de la plus grosse charge alloantigénique est retiré mécaniquement avant mise en place du greffon. Les exceptionnels rejets sont donc de type épithélial ou stromal et répondent très bien au traitement corticoïde local.

Une chirurgie extraoculaire et non endoculaire

La technique lamellaire se fait à globe fermé et évite les complications parfois redoutables de la kératoplastie transfixiante : peropératoires (hémorragie expulsive, poussée vitréenne, hernie de l'iris, traumatisme irien et cristallinien lors de la trépanation...) et postopératoires (endophtalmie septique, hypertonie oculaire liée au viscoélastique, chambre antérieure plate, synéchies iriennes, mauvaise apposition du greffon, défaillance primaire du greffon...).

Une meilleure résistance de la cicatrice aux traumatismes

Des éclatements de globe oculaire avec ouverture au niveau de la cicatrice ont été rapportés après greffe transfixiante, même plusieurs années après la chirurgie.

Des suites opératoires simplifiées

La corticothérapie locale après cornéoplastie lamellaire antérieure peut être stoppée après 3 à 4 mois suivant l'opération alors qu'après greffe transfixiante, elle doit être maintenue plus d'une année avec les risques iatrogènes bien connus qui sont la cataracte et le glaucome induits, et une susceptibilité accrue à une kératite microbienne par immunodépression locale chronique.

L'ablation des sutures après greffe lamellaire antérieure peut aussi être réalisée plus précocement à partir du 6^e mois alors qu'après kératoplastie transfixiante, on considère qu'il faut garder les fils au moins 12 mois, voire 18 mois, quand il s'agit d'un kératocône. La réhabilitation visuelle est ainsi obtenue plus tôt, spontanément ou aidée par des chirurgies réfractives complémentaires.

En cas de greffe transfixiante, un fil détendu non enlevé ou l'ablation des fils peuvent stimuler un rejet de greffe, ce qui n'est pas le cas après une procédure lamellaire antérieure.

En revanche, une fois les sutures enlevées, l'amétropie résiduelle n'est pas influencée par le type de technique, transfixiante ou lamellaire. De même, les corrections chirurgicales pour traiter les amétropies postopératoires agissent de manière quasi indifférente. Pour l'anecdote, une récidive du kératocône sur le greffon est toujours possible, bien qu'exceptionnelle.

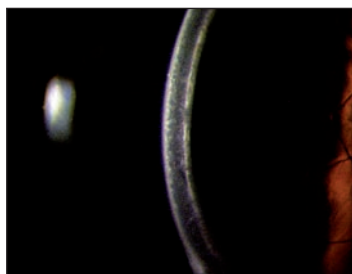
Il est cependant des cas où la cornéoplastie lamellaire antérieure n'est pas indiquée dans le kératocône, notamment après un hydrops où la Descemet rompue empêche la technique d'aérodisssection de la cornée.

L'association d'un kératocône à une cornea guttata ou à toute autre pathologie susceptible d'altérer l'endothélium cornéen, telle une dystrophie de Groenouw II ou une endothélite herpétique, sont des contre-indications de la DALK.

La technique chirurgicale

La greffe antérieure lamellaire date de plus de cent ans, mais jusqu'à la fin du siècle dernier la greffe transfixiante lui était préférée pour toutes les indications de réhabilitation visuelle où l'axe visuel cornéen était entravé. Jusque dans les années 1970, la dissection lamellaire manuelle était trop irrégulière et insuffisamment profonde pour procurer

au patient une aussi bonne acuité visuelle qu'avec la kératoplastie transfixiante. En effet, plus le plan de dissection est profond – idéalement prédescemetique – meilleure est la vision postopératoire (*figure 1*). Les greffes lamellaires antérieures étaient alors essentiellement réservées aux corrections chirurgicales tectoniques, aux amincissements cornéens périphériques comme la dégénérescence de Terrien ou l'ulcère de Mooren et aux ulcères perforés.



Le renouveau de la greffe antérieure lamellaire

On le doit surtout à Archila, grâce à sa publication en 1985 d'une technique consistant à injecter de l'air dans la cornée pour rendre sa dissection profonde plus aisée. En effet, la création d'un emphysème et/ou d'un œdème cornéen permet de mieux visualiser la profondeur de la lame stromale résiduelle avant le plan transparent de l'endothélio-descemet. La présence de bulles d'air dans la chambre antérieure (injectées ou diffusées par le trabéculum), peut également faciliter le repérage du plan de l'endothélio-descemet. D'autres chirurgiens ont ensuite décrit des variantes techniques dont certaines consistent à injecter dans le stroma cornéen du produit viscoélastique ou du sérum salé.

En 2002, Anwar et Teichmann amélioraient encore significativement la reproductibilité de la dissection prédescemetique en utilisant la technique dite de la *big-bubble*. Son principe est d'injecter de l'air suffisamment profondément dans le stroma cornéen, de préférence après une première kératectomie lamellaire plus superficielle, afin de décoller l'endothélio-descemet des lamelles cornéennes postérieures sus-jacentes.

Il ne reste plus ensuite qu'à ouvrir l'espace ainsi créé et remplacer l'air par une substance visco-élastique pour retirer la cornée restante au-dessus de la membrane de Descemet maintenue à distance. Le plan de dissection est alors d'une régularité parfaite. On peut poser sur le lit endothélio-descemetique receveur le greffon donneur entier dont on ne retirera que l'endothélium par simple frottement avec une éponge de mérocel et parfois la membrane de Descemet (mais il ne semble pas que cela soit nécessaire). L'absence de dissection du greffon donneur évite la création d'un astigmatisme irrégulier pourvoyeur de mauvaise acuité visuelle postopératoire.

La place du laser femtoseconde

Aussi précise que puisse être la technologie laser femtoseconde, elle ne peut créer un plan de clivage purement prédescemétique. Trop profonde, elle serait même délétère pour l'endothélium cornéen. Enfin, le plan de dissection n'est pas parfaitement lisse en raison des microponts interfibrillaires laissés en place malgré le « passage » du laser femtoseconde et qui doivent être rompus mécaniquement à la spatule. Cela n'a pas d'incidence dans les techniques de cornéoplastie lamellaire antérieure de profondeur inférieure ou égale à 300 microns. Par contre, les répercussions des rugosités de l'interface sur la vision sont manifestes, l'acuité visuelle dépassant rarement 5/10. À l'heure actuelle, la place du laser femtoseconde dans la cornéoplastie lamellaire antérieure profonde se limite à la première découpe lamellaire superficielle, avant l'aérodisssection dans le lit stromal résiduel.

Complications, résultats visuels et réfractifs

La cornéoplastie lamellaire antérieure reste une technique plus difficile et plus longue à réaliser que la kératoplastie transfixiante. Elle a aussi ses propres complications qui sont surtout *la rupture peropératoire de la membrane endothélio-descemétique*. Les autres complications telles la double chambre antérieure, les plis de la membrane de Descemet et une opacification du stroma résiduel en regard de l'axe visuel sont moins graves.

Mais quels sont les résultats visuels et réfractifs de la cornéoplastie lamellaire antérieure par rapport à ceux de la kératoplastie transfixiante ? Il est logique de penser que si la dissection dans l'axe visuel est totalement prédescemétique et si la membrane de Descemet à cet endroit ne réalise aucun pli, alors l'acuité visuelle sera identique à celle obtenue avec la greffe transfixiante. Cela explique pourquoi les résultats des études comparatives donnent souvent un avantage à la kératoplastie transfixiante. Seules les publications les plus récentes se référant à des chirurgies beaucoup plus prédescemétiques révèlent l'absence de différence statistiquement significative entre les deux techniques vis à vis de la meilleure acuité visuelle corrigée.

Il n'existe pas non plus de différence entre greffes lamel-

laire et transfixiante quant au résultat réfractif, que ce soit dans sa composante sphérique, torique ou dans le degré de régularité.

Des techniques moins invasives sont apparues

Il y a une dizaine d'années, la cornéoplastie lamellaire antérieure arrivait en première position comme alternative chirurgicale du kératocône quand le patient porteur de la maladie ne supportait plus ses lentilles de contact. D'autres alternatives moins invasives sont apparues entre-temps et se sont positionnées comme des solutions intermédiaires transitoires, voire définitives : le verre scléral dit de « Boston » et les segments d'anneaux intracornéens associés ou non au cross-linking du collagène cornéen.

Quand recourir à la cornéoplastie lamellaire antérieure ?

Le kératocône reste une excellente indication de la cornéoplastie lamellaire antérieure pour faire recouvrer la vue au patient lorsque les autres techniques moins invasives se soldent par un échec. Elle doit toujours être tentée avant la kératoplastie transfixiante car ses suites sont plus simples. Il sera toujours temps en peropératoire de convertir cette chirurgie en greffe transfixiante si la membrane de Descemet est accidentellement ouverte. Le laser femtoseconde pourrait un jour trouver sa place dans la cornéoplastie lamellaire antérieure très profonde à la condition que soit corrigé le problème de la rugosité de l'interface qu'il ne peut éviter actuellement.

Bibliographie

Anwar M, Teichmann KD. Deep lamellar keratoplasty: surgical techniques for anterior lamellar keratoplasty with and without baring of Descemet's membrane. *Cornea* 2002;21:374-83.

Archila EA. Deep lamellar keratoplasty dissection of host tissue with intrastromal air injection. *Cornea* 1985;3:217-8.

Ardjomand N, Hau S, McAlister JC *et al.* Quality of vision and graft thickness in deep lamellar anterior and penetrating corneal allografts. *Am J Ophthalmol* 2007;143:228-35.

Reinhart WJ, Mush DC, Jacobs DS *et al.* Deep lamellar anterior keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty. *Ophthalmology* 2011;118:209-18.

Stratégie thérapeutique dans le kératocône

DOMINIQUE PIETRINI

Centre Cornée Kératocône, Paris
dpietrini@club.fr



La prise en charge du kératocône s'est transformée au cours des dix dernières années grâce à l'apport de l'analyse cornéenne et des investigations cornéennes, mais aussi aux progrès des différents lasers utilisés en chirurgie réfractive : lasers excimer et lasers femtoseconde.

L'essor de la chirurgie cornéoplastique, le développement des anneaux intracornéens dans cette pathologie « dopé » par l'arrivée du laser femtoseconde, mais aussi l'apparition du cross-linking du collagène cornéen, ont réduit nos indications de greffe dans cette pathologie et autorisent désormais une prise en charge conservatrice simple, efficace et fonctionnelle de la maladie. Le but de cet article est de fournir des éléments clairs sur la stratégie actuelle du traitement du kératocône, la place de chaque thérapeutique, l'intérêt de leur association éventuelle et les perspectives d'avenir, en nous basant sur nos sept années d'expérience clinique et plusieurs centaines de patients traités.

Deux notions récentes sont à la base des traitements

L'« aberropie », décrite par Agarwal dès 2002 comme une erreur réfractive associée à une faible qualité de vision liée à l'existence d'aberrations de haut degré, se traduit par une diminution de la qualité de vision. Dans le kératocône, cette aberropie est liée essentiellement à la coma engendrée par l'astigmatisme irrégulier progressif. Cette aberropie peut être dévastatrice sur la qualité de vie des patients et les traitements conservateurs visent à la réduire, principalement par la régularisation cornéenne lorsque l'intolérance aux lentilles est patente.

La « cornéoplastie » décrite par Gulani est la traduction latine de kératoplastie et elle désigne pour son auteur toutes les techniques de remodelage cornéen : mécaniques, bio-mécaniques et physico-chimiques.

Le bilan cornéen spécialisé est indispensable

Il doit être complet dès le départ et toutes les investigations cornéennes, la plupart développées pour la chirurgie réfractive, sont utiles au dépistage, à l'analyse et à la surveillance de la maladie kératocônique. Toutes ces techniques sont décrites dans l'article « *Investigations en cornéoplas-*

tie ». Citons dans le kératocône la place prépondérante de la topographie cornéenne pour la surveillance et l'analyse du stade de gravité, la kératométrie maximale représentant un critère majeur du stade évolutif. L'analyse cornéenne est également à la base de certains traitements laser guidés par la topographie. La tomographie par cohérence optique permet la mesure fiable de la pachymétrie sur toute la surface cornéenne avant de poser une indication de cross-linking du collagène cornéen, mais est aussi régulièrement utilisée dans la surveillance des patients implantés par anneaux intracornéens.

Distinguer l'équipement optique et le traitement de la maladie

Il revient à l'ophtalmologiste le devoir d'expliquer aux patients les deux volets de la prise en charge de la maladie. Si le kératocône pose un problème essentiellement optique pour lequel les patients consultent, il ne doit pas occulter la possibilité de traiter radicalement la maladie lorsque celle-ci évolue et l'on doit expliquer aux patients – souvent jeunes et informés – les possibilités des nouveaux traitements. Ces derniers reposent à la fois sur l'implantation d'anneaux intracornéens et sur le cross-linking du collagène cornéen, avant d'envisager le recours à une kératoplastie qui doit désormais rester l'exception. Le bilan doit être renouvelé régulièrement et les examens remis au patient.

La correction optique est avant tout contactologique

Dès que la correction par verres de lunettes n'apporte plus une qualité de vision suffisante, le patient doit être orienté vers l'ophtalmologiste contactologue, seul capable d'adapter et de surveiller. Il est capital pour les patients d'être pris en charge dans un environnement ophtalmologique médical spécialisé, seul garant d'une prise en charge à la fois optique et thérapeutique. La lentille est le seul équipement capable de procurer aux patients une excellente qualité de vision. Malheureusement, quel que soit le stade de la maladie, nombre de patients restent intolérants à ce mode de correction. Rappelons que l'atopie souvent associée peut compliquer cet équipement. La correction optique doit toujours être optimisée à tous les stades du traitement. Rappelons enfin que les lentilles, même rigides, ne peuvent empêcher l'évolution de la maladie.

Parmi les autres modes d'équipement optique, citons les anneaux intracornéens qui améliorent l'acuité visuelle sans et avec correction éventuelle, mais aussi les photoablations guidées par la topographie et les implants plaques parfois

d'un grand secours lorsqu'existe une forte amétropie sphérique ou sphéro-cylindrique non adaptable en lentilles.

Le cross-linking est indiqué dès que le kératocône a fait la preuve de son évolutivité

L'efficacité du cross-linking du collagène cornéen démontrée *in vitro* est régulièrement consolidée *in vivo* par de nombreuses études cliniques (figure 1). L'étude randomisée australienne de Wittig-Silva et coll. retrouve une stabilisation de l'œil traité, l'œil non traité continuant, lui, à évoluer. Dès que le kératocône a montré son caractère évolutif (variation kératométrique sur deux examens successifs), il est licite de proposer un cross-linking du collagène cornéen, en particulier chez les patients les plus jeunes au plus fort potentiel évolutif. Le traitement est long mais de réalisation simple et peu de complications ont été rapportées.



Figure 1. Cross-linking du collagène cornéen. "Rigidification" cornéenne par irradiation UVA et sensibilisation par la riboflavine.

Ainsi l'étude de l'équipe de Dresde (Raiskup-Wolf F. et al., 2008) portant sur 241 yeux traités avec un recul moyen supérieur à 3 ans (6 ans pour les premiers patients traités) retrouve une diminution de la kératométrie significative d'environ 2,68 dioptries en moyenne mais semblent se poursuivre dans le temps. La meilleure acuité visuelle augmente d'une ligne ou plus dans plus de la moitié des cas et reste stable dans tous les autres. Seulement 2 yeux sur les 241 traités ont présenté une progression de leur kératocône et ont été retraités.

Il faut agir tôt car le cross-linking ne peut être proposé que lorsque l'épaisseur de la cornée dépasse 400 microns. Si elle est inférieure, la pénétration des UVA peut entraîner des lésions endothéliales. Il faut donc proposer le cross-linking avant un stade d'amincissement cornéen qui pourrait contre-indiquer ce traitement ou avant un stade trop évolué, l'effet sur la réfraction étant très modéré. L'apparition d'une forme de riboflavine transépthéliale (Ricrolin®)

utilisable sans désépithélialisation préalable permet désormais de traiter ces patients « limites » en pachymétrie.

Les traitements cornéoplastiques doivent être évoqués dès que l'intolérance aux lentilles est patente

Deux procédés cornéoplastiques ont la faculté de régulariser la cornée et ainsi d'améliorer la réfraction mais surtout la qualité de vision et la meilleure acuité visuelle corrigée : les anneaux intracornéens et les photoablations guidées par la topographie (voir l'article « Photoablation guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène cornéen pour le traitement du kératocône »).

Les anneaux intracornéens sont indiqués dès que la meilleure acuité visuelle corrigée est diminuée

Lorsque l'adaptation contactologique n'est plus tolérée, l'implantation d'anneaux peut à la fois améliorer l'acuité visuelle sans correction (les patients portent rarement la correction optique inconfortable) en réduisant la myopie et l'astigmatisme cornéen régulier et/ou irrégulier, mais ils améliorent aussi considérablement la qualité de vision par la régularisation cornéenne induite et l'effet bénéfique sur les aberrations de haut degré.

Dans notre expérience, le gain moyen de meilleure acuité visuelle corrigée est de 2 lignes, et la réduction des aberrations de haut degré lorsqu'elles sont mesurables en préopératoire est de 40 % environ, témoignant de l'amélioration de la qualité de vision. Le résultat réfractif reste peu prévisible et si l'amélioration est la règle, elle ne peut être garantie, l'effet restant toujours aléatoire. L'utilisation du laser femtoseconde a fait quasiment disparaître les complications opératoires (figure 2). Elles sont devenues rares et le plus souvent sans conséquence. Citons l'extrusion, rare depuis l'implantation au laser femtoseconde, l'infection toujours possible mais exceptionnelle, et les halos, fréquents mais rarement gênants.

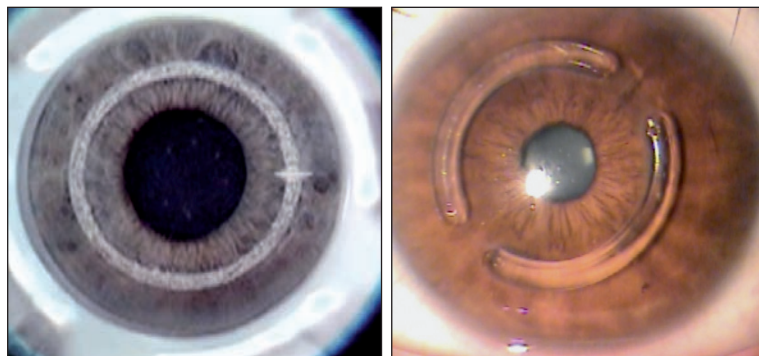


Figure 2. Intérêt du laser femtoseconde pour la préparation du tunnel cornéen (à gauche) et l'implantation d'anneaux intracornéens de 6 mm (à droite).

Une chirurgie réversible et personnalisée

Les différents types d'anneaux à notre disposition offrent une solution réversible et permettent de réaliser une chirurgie réellement personnalisée en choisissant en fonction de l'aspect topographique parmi les différents diamètres, épaisseurs et longueurs d'arc des anneaux (figure 3). Il est ainsi possible de moduler en partie la correction de la sphère et du cylindre. La composante réfractive de ces anneaux améliore l'acuité visuelle sans correction chez ces patients présentant habituellement une contre-indication à la chirurgie réfractive cornéenne.

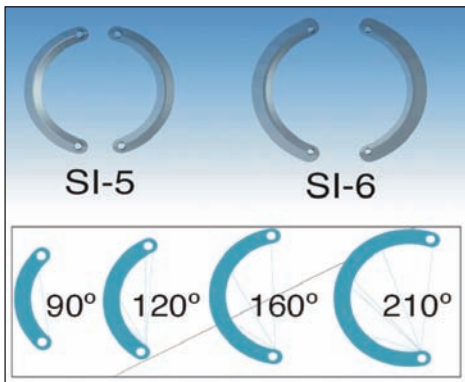


Figure 3. Différents diamètres et longueurs d'arc des anneaux intracornéens adaptés aux données topographiques et réfractives.

La figure 4 illustre le traitement d'une dégénérescence marginale pellucide par implantation d'un anneau intracornéen de 210° spécifiquement développé pour cette forme topographique (anneau Keraring, Mediphacos). Outre la régularisation cornéenne, la réfraction est améliorée, illustrant ainsi la composante réfractive du traitement mais aussi l'amélioration de la qualité de vision.

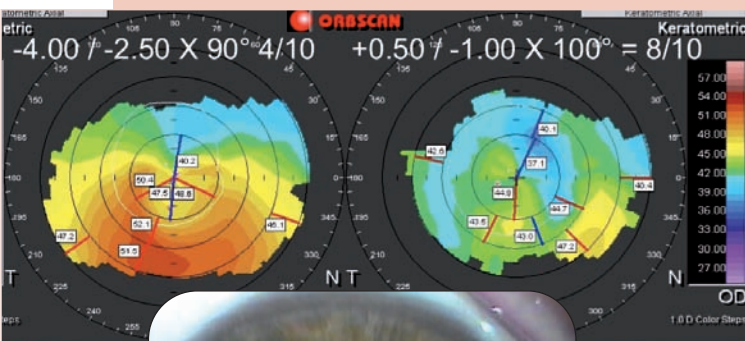


Figure 4. Implantation d'un anneau intracornéen de 210° dans un cas de dégénérescence marginale pellucide.

Des associations synergiques

Anneaux intracornéens et cross-linking

L'association anneaux intracornéens et cross-linking est une association synergique, les deux techniques ayant des effets complémentaires (figure 5). Les premiers régularisent la cornée pour améliorer la vision et le deuxième permet de « rigidifier » la cornée dans le but de stopper la progression de l'ectasie. À la différence du cross-linking, l'indication des anneaux intracornéens est indépendante du caractère évolutif du kératocône.

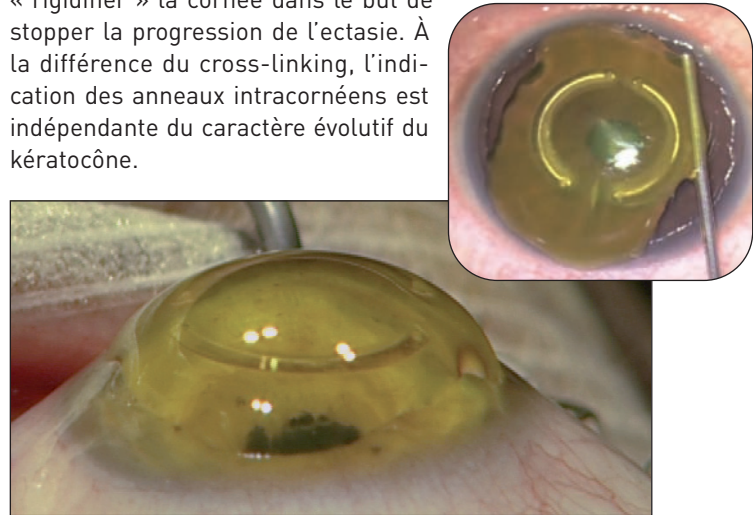


Figure 5. Procédure combinée associant anneaux intracornéens et cross-linking : œil implanté par anneaux intracornéens (en haut à droite) en cours d'imprégnation par la riboflavine (en bas).

Photoablation guidée par la topographie et cross-linking

Plusieurs publications rapportent l'intérêt de l'association cross-linking et photoablation secondaire sur une cornée stabilisée, voire la réalisation des deux procédures dans le même temps (voir l'article « Photoablation guidée par la topographie associée au cross-linking du collagène cornéen pour le traitement du kératocône »). Elle a été proposée

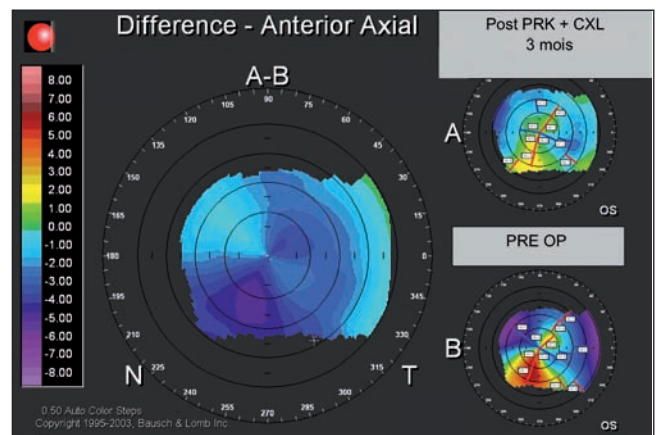


Figure 6. Procédure combinée associant photoablation guidée par la topographie et cross-linking du collagène cornéen. Topographies préopératoire, postopératoire et différentielle.

dans certains cas en alternative à la greffe de cornée, mais son indication s'avère plus judicieuse dans les kératocônes peu évolués pour récupérer la perte de meilleure acuité visuelle corrigée. Ce remodelage cornéen modéré (inférieur à 50 microns) présente l'avantage d'améliorer encore la régularité cornéenne et donc la meilleure acuité visuelle corrigée (figure 6). Ces trois procédures peuvent même être associées de façon séquentielle dans certains cas (anneaux intracornéens, puis PKR + cross-linking).

Les indications de kératoplastie doivent rester l'exception

Les anneaux intracornéens ne sont pas une alternative à la greffe de cornée. Cette dernière garde toutes ses indications mais doit rester réservée aux cas les plus sévères : stade 4, kératométrie > 65 ou 70 dioptries et intolérance aux lentilles de contact, acuité visuelle effondrée non améliorable. La possibilité de proposer une intervention conservatrice doit toujours être envisagée avant d'opter pour une kératoplastie. Une implantation d'anneau(x) intracornéen(s) est désormais un geste rapide, simple et sûr, aux complications rares. Le *tableau 1* compare une implantation d'anneaux intracornéens à une greffe.

Tableau 1. Comparaison entre kératoplastie et anneaux intracornéens.

Kératoplastie	Anneaux intracornéens
Risque de rejet évalué à 5 %	Pas de rejet. Rares cas d'extrusion
Perte endothéliale	Pas de perte endothéliale
Astigmatisme induit parfois majeur	Réduit l'astigmatisme
Risque de majoration de l'amétropie	Réduit les amétropies initiales
Récupération très lente (12 à 24 mois)	Récupération définitive en 1 à 3 mois
Amélioration lente de la vision	Vision utile entre 24 et 48 heures
Procédure invasive	Traitement ambulatoire 10 minutes
Fragilise la cornée	Renforce l'architecture cornéenne
Traitement postopératoire lourd et long Corticoides au long cours	Traitement antibiotique + corticoides 15 jours
Suivi long et fréquent	Suivi simple
Gestion des sutures	Pas de suture
Absence de réversibilité	Réversibilité complète

La greffe de cornée doit rester le dernier recours dans la prise en charge du kératocône et tous les traitements précédemment décrits auront dû être envisagés auparavant. Ses indications diminuent chaque année du fait de l'essor des

nouveaux traitements. La greffe doit donc être réservée aux échecs absolus de tous les moyens d'équipement optique, en particulier au traitement des opacités cornéennes. Rappelons enfin que tout type de greffe reste possible après implantation d'anneaux intracornéens ou cross-linking du collagène cornéen.

Une action coordonnée pour une prise en charge optimisée

Le kératocône est une maladie dont la prise en charge doit être pluridisciplinaire et prolongée dans le temps. Dans la majorité des cas, le pronostic visuel est bon grâce à une meilleure prise en charge contactologique et médico-chirurgicale. Toutes les procédures de cornéoplastie permettent de réhabiliter la vision des patients et de réduire de façon considérable le recours à la kératoplastie.

Bibliographie

- Coskunseven E, Kymionis GD, Tsiklis NS *et al.* One-year results of intrastromal corneal ring segment implantation (KeraRing) using femtosecond laser in patients with keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;145(5):775-9.
- Hafezi F, Kanellopoulos J, Wiltfang R, Seiler T. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet A to treat induced keratoconus after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(12):2035-40.
- Kamburoglu G, Ertan A. Intacs implantation with sequential collagen cross-linking treatment in postoperative LASIK ectasia. *J Refract Surg* 2008;24(7):S726-9.
- Kanellopoulos A, Binder P. Collagen cross-linking (CCL) with sequential topography-guided PRK: a temporizing alternative for keratoconus to penetrating keratoplasty. *Cornea* 2007;26(7):891-5.
- Knorz MC, Jendritza B. Topographically-guided laser in situ keratomileusis to treat corneal irregularities. *Ophthalmology* 2000;107(6):1138-43.
- Koller T, Mrochen M, Seiler T. Complication and failure rates after corneal crosslinking. *J Cataract Refract Surg* 2009;35(8):1358-62.
- Mazzotta C, Traversi C, Baiocchi S *et al.* Corneal healing after riboflavin ultraviolet-A collagen cross-linking determined by confocal laser scanning microscopy *in vivo*: early and late modifications. *Am J Ophthalmol* 2008;146(4):527-33.
- Raiskup-Wolf F, Hoyer A, Spoerl E, Pillunat LE. Collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in keratoconus: long-term results. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(5):796-801.
- Shabayek MH, Alió JL. Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for keratoconus correction. *Ophthalmology* 2007;114(9):1643-52.
- Spoerl E, Huhle M, Seiler T. Induction of cross-links in corneal tissue. *Exp Eye Res* 1998;66:97-103.
- Wittig-Silva C, Whiting M, Lamoureux E *et al.* A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: preliminary results. *J Refract Surg* 2008;24(7):S720-5.
- Zare MA, Hashemi H, Salari MR. Intracorneal ring segment implantation for the management of keratoconus: safety and efficacy. *J Cataract Refract Surg* 2007;33(11):1886-91.

Plastie postérieure de la cornée

PHILIPPE CHASTANG

Centre Cornée Kératocône, Paris



Alors que les kératoplasties lamellaires antérieures ont été proposées depuis plusieurs dizaines d'années, les techniques de kératoplastie postérieure ne se sont imposées que récemment. La translocation sélective des tissus cornéens postérieurs (endothélium, membrane de Descemet) a permis de résoudre les problèmes biomécaniques majeurs inhérents aux kératoplasties transfixiantes et s'est actuellement imposée comme la technique de première intention dans la majorité des cas de déficits en cellules endothéliales.

Les principales limites des kératoplasties transfixiantes

- Il s'agit d'une chirurgie à globe ouvert, avec des risques d'hémorragie expulsive de l'ordre de 1 %.
- La cornée receveuse est trépanée sur toute son épaisseur. Cela crée une cicatrice verticale qui élimine la stabilité biomécanique assurée par le limbe. Des décalages en hauteur du greffon par rapport à l'hôte, précoces mais parfois aussi très tardifs, de nombreux mois, voire années, après la chirurgie, peuvent entraîner des changements de réfraction importants. La cicatrice demeure toujours très fragile, même plusieurs années après la greffe. Cela explique que des traumatismes minimes suffisent à entraîner une ouverture du globe oculaire, avec des conséquences anatomiques et fonctionnelles souvent sévères, parfois dramatiques.
- L'astigmatisme est la principale limite fonctionnelle. L'acuité visuelle est souvent décevante au regard de la transparence du greffon. Malgré l'amélioration des techniques de trépanation et de suture, l'astigmatisme moyen postopératoire final varie entre 3 et 5 dioptries avec un degré d'irrégularité variable, et ce même avec les opérateurs les plus entraînés.
- La kératométrie postopératoire est très difficile à prévoir. Cela explique les anisométries importantes que l'on peut parfois noter. L'incertitude concernant la kératométrie postopératoire est particulièrement problématique en cas de chirurgie de la cataracte associée (triple procédure).
- Les sutures peuvent être à l'origine de complications infectieuses (abcès du greffon, voire endophtalmie), et favoriser un rejet du greffon en cas d'apparition de néovaisseaux à leur niveau.
- Un syndrome sec est systématique. Il est souvent sévère

et très prolongé chez les patients âgés, pouvant limiter la vision en cas de kératite ponctuelle superficielle centrale.

- Finalement, la récupération visuelle maximale du patient est lente, après un long et difficile suivi.

Les atouts des plasties postérieures de la cornée

Les principaux atouts des plasties postérieures de la cornée sont :

- une chirurgie à globe fermé,
- une absence de changements significatifs de l'astigmatisme,
- une absence d'irrégularités de la surface cornéenne antérieure,
- une puissance cornéenne inchangée, et donc prévisible,
- la conservation de la solidité du globe oculaire, limitant les problèmes en cas de traumatisme,
- la préservation de l'innervation cornéenne pour éviter le syndrome sec postopératoire,
- l'apport d'un nombre suffisant de cellules endothéliales.

Les indications des plasties lamellaires postérieures

Les plasties postérieures de la cornée sont indiquées pour tous les cas de décompensation endothéliale. Les principales étiologies sont la dystrophie de Fuchs, les chirurgies de cataracte compliquées et les implants paques de chambre antérieure mal tolérés. Les décompensations de greffes transfixiantes (primaires ou immunologiques) peuvent aussi utilement bénéficier d'un simple changement de la face postérieure du greffon plutôt que d'une nouvelle greffe transfixiante, à condition que le résultat réfractif de la première greffe ait été correct. Il existe d'autres indications plus exceptionnelles comme les ICE syndromes (syndrome irido-cornéo-endothélial).

Technique chirurgicale : la DSAEK ou la DMEK

Il existe deux principales techniques de plastie postérieure, la DSAEK (*Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty*) et la DMEK (*Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty*). La DSAEK est la technique la plus utilisée à travers le monde. Elle offre en effet un excellent compromis entre aisance opératoire, reproductibilité de la technique et résultats (anatomiques, visuels et réfractifs).

À la différence de la DSAEK, la DMEK permet de ne greffer réellement que la membrane endothélio-descémétique. Ce geste intellectuellement encore plus séduisant présente quelques avantages par rapport à la DSAEK. En effet, il semblerait que les résultats visuels soient légèrement supérieurs et que la réfraction ne soit pas du tout modifiée. En

revanche, il s'agit d'une technique plus difficile techniquement. Le prélèvement de l'endothélio-descemet sur le donneur est un geste subtil et plusieurs greffons peuvent être nécessaires avant d'obtenir un greffon intègre. L'insertion et l'adhésion d'une membrane très fine et souple ne sont pas non plus sans présenter quelques difficultés chirurgicales. Cela explique en particulier les taux plus élevés de décollement initiaux du greffon.

Seule la DSAEK est décrite en détail ici.

Le greffon postérieur est préparé

C'est le premier temps opératoire. Le greffon est positionné sur une chambre artificielle, face épithéliale vers le haut, la face endothéliale étant protégée par du Viscoat®. Une large collerette est nécessaire pour assurer une bonne étanchéité. L'épithélium est retiré avant de réaliser des marques qui permettront ultérieurement de repérer le sens du greffon. La découpe du stroma antérieur est effectuée avec un microkératome rotatif et une tête de découpe idéalement de 350 ou 400 microns (figure 1).

La découpe est réellement effectuée entre 400 et 450 microns, permettant de prélever des greffons dont l'épaisseur finale varie entre 80 et 150 microns (figure 2). La profondeur de découpe est plus importante lorsque la vitesse

Figure 1.
Préparation
du greffon sur
la chambre
artificielle.

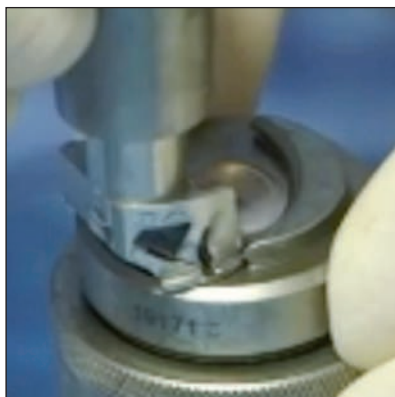
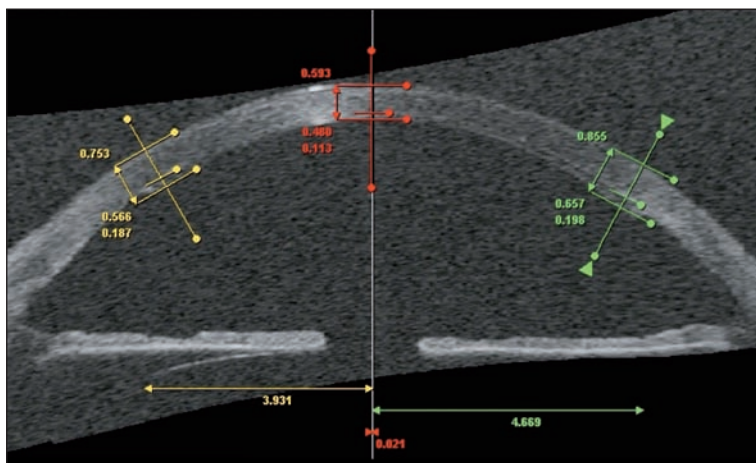


Figure 2. Mesure OCT
de l'épaisseur du greffon
postérieur. Elle est dans
ce cas de 114 microns au
centre. On peut noter un
épaississement
périphérique.

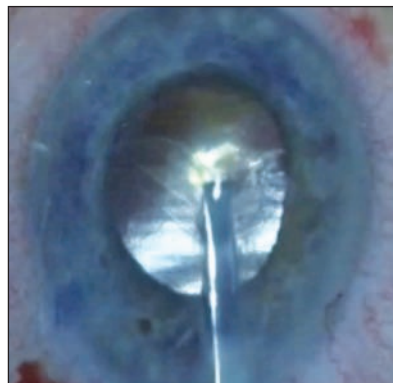


de passage du microkératome est lente, la pression de la chambre artificielle élevée et le greffon bombé. Les incidents de découpe sont rares, hormis en cas de fuite du fait d'une collerette trop étroite. Dans ce cas, la procédure doit être reportée.

Une fois la lamelle postérieure découpée, une trépanation avec un trépan jetable ou de Hanna est réalisée. Le diamètre de découpe peut varier en fonction des cas entre 8 et 9 mm.

L'endothélio-descemet du receveur est retirée

C'est le second temps opératoire qui est réalisé sous anesthésie topique, locale ou générale (figure 3). Pour cela, une incision temporale de 3 mm et la réalisation de deux ou trois incisions « de service » sont nécessaires. La chambre antérieure peut être maintenue soit par une ligne d'infusion de BSS, soit par injection de substance viscoélastique. Le diamètre de prélèvement est dessiné sur la face antérieure de la cornée avec la lame de trépanation ou un marqueur de zone optique recouvert d'encre. Il sera idéalement légèrement inférieur au diamètre du greffon afin qu'il n'existe pas de zones non recouvertes par des cellules endothéliales. Si besoin, une



phacoémulsification peut être réalisée à ce stade. Une petite iridectomie est judicieuse pour éliminer les risques non nuls d'hypertonie sévère postopératoire.

Figure 3. Stripping de
l'endothélio-descemet
du receveur.

Le greffon est ensuite introduit dans la chambre antérieure

C'est le troisième temps opératoire. La chambre antérieure est lavée de toute substance viscoélastique qui compromettrait l'adhésion de la greffe. L'essentiel de cette phase est de compresser au minimum le greffon et de limiter les frottements de la face endothéliale. C'est pourquoi il ne faut pas hésiter à agrandir l'incision sur 4 à 5 mm. Mieux vaut en effet générer quelques dixièmes de dioptrie d'astigmatisme, plutôt que de perdre quelques dizaines de pour cent du stock de cellules endothéliales greffées.

Il existe différents systèmes d'insertion : pince non compressive, glide de Busin, injecteurs à usage unique. Aucun à ce jour n'a fait la preuve de sa supériorité par rapport aux autres. Une fois le greffon en place, quelques points de nylon 10/0 sont nécessaires pour garantir une parfaite étanchéité de la chambre antérieure.

En effet, toute hypotonie postopératoire favorise le décollement du greffon. Une bulle d'air assure l'adhérence du greffon. Elle est laissée en place 10 minutes, avant d'être retirée en partie (figure 4).

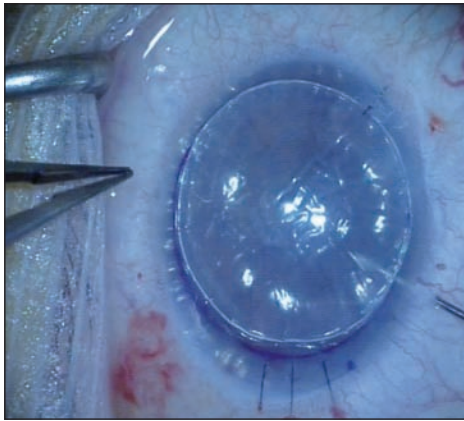


Figure 4.
Injection d'une bulle d'air pour fixer le greffon postérieur.

Un suivi rapproché pendant un an

Le patient doit rester positionné face vers le plafond pendant les premières heures qui suivent l'intervention afin de limiter les risques de décollement et d'hypertonie.

Une corticothérapie locale est prescrite pour une durée minimale d'un an à dose dégressive. La posologie habituelle est de 4 gouttes par jour de dexaméthasone pendant un mois, puis 3 par jour pendant 3 mois, puis 2 par jour pendant 3 mois, puis une par jour ensuite.

Une surveillance ophtalmologique rapprochée est indispensable la première année. En effet, les cas d'hypertonie oculaire cortisonique ne sont pas rares et doivent être pris en charge sans retard. Les épisodes de rejet sont rares, mais fréquemment asymptomatiques.

Les résultats de la kératoplastie postérieure

D'excellents résultats visuels

La restauration de l'acuité visuelle dépend bien évidemment de l'état préopératoire de la cornée mais également de l'absence de complications ou d'anomalies associées, notamment au niveau de la macula ou du nerf optique. L'acuité visuelle corrigée est en moyenne de 6/10 selon mon expérience et la littérature. La récupération est rapide. En effet, dès la fin du premier mois, l'acuité visuelle est en moyenne de 4/10 (figure 5). Elle atteint son maximum entre 3 et 6 mois avant de se stabiliser. L'acuité visuelle postopératoire est corrélée à l'ancienneté et l'importance de l'œdème préopératoire. En effet, plus l'œdème est ancien, plus un certain degré de haze stromal persistera au long cours, limitant la vision. C'est la raison pour laquelle l'acuité visuelle finale est meilleure quand l'acuité visuelle préopératoire n'est pas trop effondrée. Ces nouvelles techniques incitent donc à revoir les

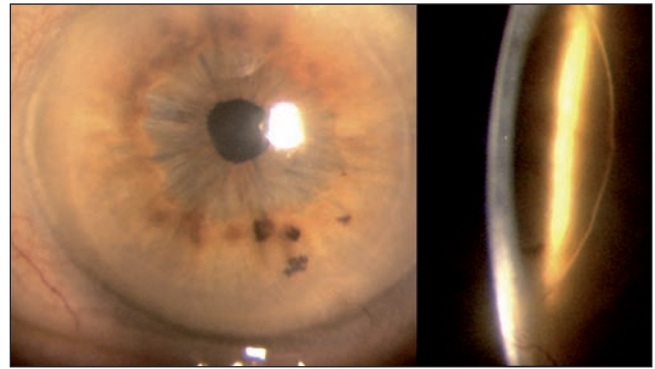


Figure 5. Aspects postopératoires à un mois. La transparence de la cornée est retrouvée avec une acuité visuelle de 4/10.

indications. Afin d'obtenir le meilleur résultat possible, il faut savoir proposer la chirurgie plus précocement.

Les résultats réfractifs sont très satisfaisants

Ils sont nettement supérieurs à ceux des greffes transfixiantes.

Le cylindre postopératoire n'est pas statistiquement modifié par rapport au cylindre préopératoire. De surcroît, les indices de régularité et de symétrie mesurés par topographie cornéenne ont des valeurs normales, expliquant la qualité de vision permise par cette chirurgie supérieure à celle des greffes transfixiantes (figure 6). La face postérieure du greffon est quant à elle légèrement plus cambrée que la face postérieure de la cornée receveuse. Cela explique la légère hypermétropisation constatée et dont il faut savoir tenir compte en cas de chirurgie de cataracte associée. Elle est faible, diminue au cours des trois premiers mois, et voisine de 0,50 D au final.

La perte peropératoire de cellules endothéliales

Le comptage postopératoire des cellules endothéliales montre une perte initiale durant la chirurgie d'environ 35 %. Ce pourcentage de perte est relativement identique dans toutes les séries, et ce quel que soit le mode d'insertion, tout du moins dans les articles non rédigés par les promoteurs du système d'insertion. Le taux de perte est d'autant plus important que l'expérience de la technique est faible et l'incision étroite et tunnelisée. Cette perte traumatique de cellules est la seule critique admissible envers cette technique. Cependant, il est important de noter que les greffons postérieurs ont des diamètres fréquemment supérieurs aux greffons transfixiants. Par exemple, la surface d'un greffon de 9 mm de diamètre est de 26 % supérieure à celle d'un greffon de 8 mm. De surcroît, la densité des cellules endothéliales est plus grande dans la périphérie de la cornée. Le nombre de cellules greffées est donc supérieur avec cette technique qu'avec une greffe transfixiante.

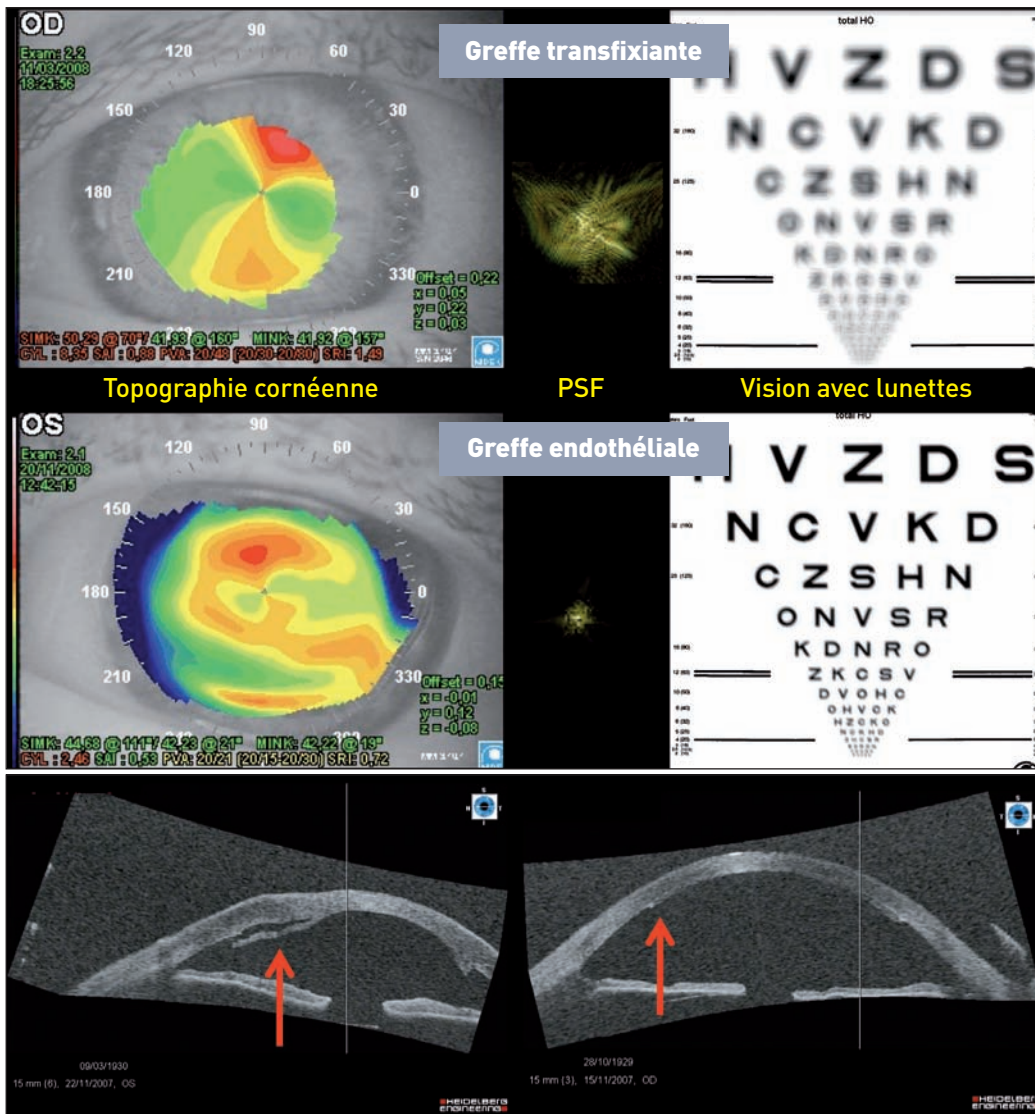


Figure 6. Aspects topographiques, PSF (Point Spread Function) et convolution de lettres avec les aberrations optiques de haut degré. Le patient opéré par DSAEK (image du bas) a une bien meilleure qualité de vision que le patient opéré par greffe transfixiante (image du haut).

Figure 7. Décollement précoce et partiel du greffon (à gauche, flèche rouge). La situation s'est améliorée de manière spontanée en quelques jours par « réadhérence » spontanée (à droite, flèche rouge).

L'évolution à moyen terme est encourageante. Price *et al.* montrent que la perte des cellules endothéliales dans le temps serait plus lente après DSAEK qu'après greffe transfixiante. Cela explique qu'après 4 ans la densité endothéliale soit finalement plus élevée après DSAEK que greffe transfixiante (Price *et al.*).

Les complications de cette chirurgie

- Le **taux de rejet** est plus faible qu'après greffe transfixiante, variant en fonction des études. Un taux de seulement 5 à 7 % peut être retenu. L'absence de sutures, l'absence de néo-vasseaux et le changement d'une seule couche tissulaire en sont les principales explications. Les signes sont les mêmes qu'en cas de rejet endothélial de greffe transfixiante (précipités rétrodescemétiques, ligne de Khodadoust, œdème stromal), mais plus souvent asymptomatiques. Une surveillance stricte est donc indispensable.

- Le **décollement du greffon** est possible, mais devient rare avec l'expérience, inférieur à 5 % des cas. Il existe des facteurs favorisants : hypotonie, implant de chambre antérieure, greffe transfixiante préalable par exemple. Une « réadhérence » spontanée est fréquente en cas de décollement partiel (figure 7). En cas de décollement complet, la réinjection d'air devient indispensable. Si la cause du décollement est en rapport avec un traumatisme opératoire du greffon et donc une perte importante de cellules, un changement de greffon est à envisager.
- Une **hypertonie oculaire aiguë** est possible dans les premières heures postopératoires, en rapport avec un blocage pupillaire et/ou le passage de la bulle d'air en arrière de l'iris. La symptomatologie est bruyante : douleurs et vomissements. En lampe à fente, la cornée apparaît étonnamment claire, avec l'iris adossé à la périphérie de la cornée. Des séances de dilatation peuvent permettre de lever le blo-

cage. Sinon, le retrait de la bulle d'air est nécessaire.

- L'acuité visuelle peut être limitée par la présence de **plis sur le greffon**.

Les évolutions possibles de cette technique

La DSAEK est de nos jours une technique bien codifiée, sûre et efficace. Il existe des perspectives d'évolution afin de diminuer l'épaisseur des greffons postérieurs (*Ultrathin DSAEK*). Pour cela, une première découpe à 300 microns peut être effectuée, suivie d'une deuxième avec une tête fine, adaptée à la pachymétrie résiduelle. Les études permettront de définir le rapport entre les bénéfices sur l'acuité visuelle (sûrement minimes) de cette découpe plus fine et les risques d'endommagement du greffon. Quant à l'utilisation du laser femtoseconde, toutes les études à ce jour démontrent des résultats visuels moins bons qu'avec la technique mécanique. Ceci n'est pas surprenant quand on connaît la mauvaise qualité des découpes profondes effectuées par cette technologie. G. Baïkoff a proposé de faire

une découpe par la face endothéliale à l'aide du laser Visu-max, le cône d'aplanation étant donc posé sur l'endothélium.

De bons résultats semblent pouvoir être obtenus, tant sur le plan visuel que du comptage endothélial. Le cône arrondi de ce laser limiterait les risques de traumatismes endothéliaux. La faisabilité en toute sécurité de cette méthode est-elle cependant réellement possible sans contrôle par une banque de l'endothélium du greffon préalablement à son insertion ?

Conclusion

La plastie postérieure de la cornée n'était encore qu'une voie d'avenir il y a quelques années. Elle est en train de devenir la technique de choix pour la prise en charge des déficits endothéliaux. Même si cela mérite confirmation, les premières études à moyen terme sont en train de lever la crainte de décompensation précoce de ce type de greffe, suite à la perte peropératoire de cellules endothéliales.

Bibliographie

Chen ES, Phillips PM, Terry MA *et al.* Endothelial cell damage in descemet stripping automated endothelial keratoplasty with the underfold technique: 6- and 12-month results. *Cornea* 2010;29(9):1022-4.

Price MO, Bidros M, Gorovoy M *et al.* Effect of incision width on graft survival and endothelial cell loss after Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Cornea* 2010;29(5):523-7.

Price MO, Giebel AW, Fairchild KM, Price FW Jr. Descemet's membrane endothelial keratoplasty: prospective multicenter study of visual and refractive outcomes and endothelial survival. *Ophthalmology* 2009;116(12):2361-8.

Price MO, Gorovoy M, Benetz BA *et al.* Descemet's stripping auto-

mated endothelial keratoplasty outcomes compared with penetrating keratoplasty from the Cornea Donor Study. *Ophthalmology* 2010;117(3):438-44.

Shih CY, Ritterband DC, Rubino S *et al.* Visually significant and non-significant complications arising from Descemet stripping automated endothelial keratoplasty. *Am J Ophthalmol* 2009;148(6):837-43.

Straiko MD, Terry MA, Shamie N. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty under failed penetrating keratoplasty: a surgical strategy to minimize complications. *Am J Ophthalmol* 2011;151(2):233-7.e2.

Yamaguchi T, Negishi K, Yamaguchi K *et al.* Comparison of anterior and posterior corneal surface irregularity in Descemet stripping automated endothelial keratoplasty and penetrating keratoplasty. *Cornea* 2010;29(10):1086-90.

Femtogreffe, un 1650 nm sinon rien !

JEAN-MARC LEGEAIS

Hôtel-Dieu, Paris



Le laser femtoseconde s'est imposé de façon définitive en chirurgie réfractive et est devenu en quelques années la technique de référence dans la chirurgie des amétropies remplaçant l'utilisation des microkératomes.

La greffe de cornée fut la seconde application proposée, mais les indications de ces lasers continuent à s'élargir avec la chirurgie du cristallin et très probablement la chirurgie du glaucome.

Pour autant, les lasers dont nous disposons doivent être considérés comme des lasers de première génération et nombre d'améliorations seront nécessaires. Si ces lasers sont très performants sur les tissus transparents, ils le sont moins dans les tissus opaques, ils ne disposent que d'une longueur d'onde de 1 065 nm, ne sont pas accordables et doivent être associés à des systèmes d'imagerie intégrée comme l'OCT pour observer les découpes en temps réel.

Plusieurs types de greffes sont possibles : transfixiante (avec différentes géométries : en « Z », en « top hat », en « mushroom »), lamellaire antérieure, avec ou sans suture, endothéliale. Si toutes ces chirurgies sont maîtrisées dans un grand centre de greffe, elles se heurtent à plusieurs difficultés techniques lors de la découpe d'une structure cornéenne opaque limitant l'efficacité de ces lasers.

La longueur d'onde du laser est un facteur déterminant sur la transmission optique totale du faisceau incident et la proportion du faisceau diffusé. Elle dépend de la longueur d'onde au cube. Pour une ouverture numérique donnée, on comprend l'importance du choix qualitatif d'une longueur d'onde peu diffusante devenant un facteur limitant gênant dans des applications sur tissu opaque ou translucide.

Il est primordial d'éviter de trop augmenter l'énergie délivrée pour limiter les autres effets non linéaires et risquer d'altérer les propriétés de découpes, phénomène observé actuellement par exemple dans les greffes endothéliales.

Les diffusions optiques intratissulaires : effets Rayleigh ou Mie

La diffusion de la lumière dépend, entre autres, de la taille des particules diffusantes. Deux phénomènes physiques doivent être connus : la diffusion Rayleigh et la diffusion Mie.

La diffusion Rayleigh est un mode de diffusion lorsque la longueur d'onde est beaucoup plus grande que la taille des particules diffusantes. On parle alors de diffusion élastique, car cela se fait sans variation d'énergie. Ce phénomène s'applique pour les cornées transparentes et explique par exemple la couleur bleu du ciel.

Par contre, lorsque les particules ont une taille suffisamment grande devant la longueur d'onde incidente, il faut utiliser d'autres théories comme par exemple la théorie de Mie qui fournit une solution exacte à la diffusion par des particules sphériques de taille quelconque (la diffusion de Rayleigh est en fait un cas limite de la théorie de Mie).

La dispersion de Rayleigh n'est valide que pour la dispersion de la lumière par les molécules jusqu'à environ un dixième de la longueur d'onde de la lumière incidente. Au-delà de ce rapport, nous avons affaire à la théorie de Mie qui s'applique par exemple dans les cornées œdémateuses, opaques, ou la sclère, et explique par exemple pourquoi les nuages sont plus diffusants et blancs. Le phénomène optique pour les nuages et la cornée opaque est similaire.

Limiter la diffusion et augmenter la profondeur et la qualité de découpe

L'ensemble des mécanismes physiques qui gouvernent l'interaction linéaire et non linéaire des impulsions laser sont désormais très bien compris. Les études de transmission optique intratissulaire dans les cornées montrent que, pour une ouverture numérique donnée et une énergie fixée, la profondeur de pénétration est optimale pour 1 665 nm.

Un laser fibré a été développé par le laboratoire d'optique

appliquée (LOA) et l'Institut d'otologie avec le concours de notre laboratoire. À cette longueur d'onde, la pénétration intratissulaire est améliorée d'un facteur 3 comme le prédisent les modèles mathématiques, essentiellement du fait de la limitation des phénomènes de diffusion (*figure 1*).

Il permet la découpe des tissus transparents mais aussi opaques comme la sclère, permettant de développer une chirurgie du glaucome par laser ultrarapide, d'élargir les indications des greffes de cornée et d'améliorer encore la qualité des résultats.

On comprend l'intérêt médical de l'utilisation de ces lasers optimisés à 1 665 nm permettant d'être utilisés dans les principales chirurgies du segment antérieur et du cristallin.

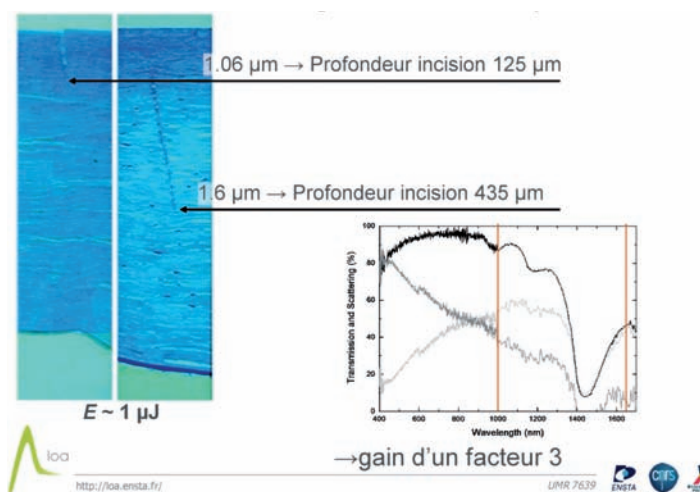


Figure 1. Incisions à la longueur d'onde optimisée. La pénétration tissulaire est améliorée d'un facteur 3.

Bibliographie

- Aptel F, Olivier N, Deniset-Besseau A, Legeais JM *et al.* Multimodal nonlinear imaging of the human cornea. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(5):2459-65.
- Nuzzo V, Savoldelli M, Legeais JM, Plamann K. Self-focusing and spherical aberrations in corneal tissue during photodisruption by femtosecond laser. *J Biomed Opt* 2010 May-Jun;15(3):038003.
- Nuzzo V, Aptel F, Savoldelli M *et al.* Histologic and ultrastructural characterization of corneal femtosecond laser trephination. *Cornea* 2009;28(8):908-13.
- Peyrot DA, Aptel F, Crotti C *et al.* Effect of incident light wavelength and corneal edema on light scattering and penetration: laboratory study of human corneas. *J Refract Surg* 2010;26(10):786-95.

Chirurgie cornéoplastique au laser femtoseconde

**ALAIN ABENHAÏM
BELKACEM AMARI**

*Centre Cornée Kératocône
Clinique de la vision, Paris*



Le laser femtoseconde a permis de sécuriser la chirurgie réfractive. Son utilisation a quasiment fait disparaître les accidents de découpe en apportant plus de précision et de reproductibilité dans la réalisation du capot. Nous allons dans cet article aborder d'autres façons d'utiliser le laser femtoseconde : traitement des opacités superficielles de la cornée, correction des astigmatismes post-kératoplastie.

Photokératectomie thérapeutique au laser femtoseconde ou femtokératectomie thérapeutique

La mise au point du laser excimer à la fin des années 1980 a permis de faire rentrer la chirurgie réfractive dans la modernité. Pour la première fois, un laser était capable de vaporiser un tissu transparent ou opaque sans induire d'effets collatéraux à quelques angströms sous la zone de focalisation de l'impact. Cette propriété a permis de concevoir les différents profils d'ablation de la chirurgie réfractive. L'idée d'utiliser le laser pour vaporiser les opacités cornéennes superficielles a paru évidente. La photokératectomie thérapeutique était née, faisant du coup disparaître certaines indications de greffes lamellaires. Un certain nombre de pathologies devenait accessible à un traitement efficace, simple et peu agressif.

Les principales indications sont : toutes les opacités cornéennes superficielles intéressant le quart antérieur de la cornée, la dystrophie cornéenne opaque superficielle récidivante : dystrophies de Reis-Buckler, dystrophies de Groenouw superficielles.

La réalisation du laser excimer est simple : on programme une vaporisation cylindrique et on arrête de délivrer les impacts lorsque la cornée devient transparente. La difficulté principale est liée à la disparité de vaporisation des opacités cornéennes. En effet, compte tenu de la densité cellulaire du tissu opaque le laser excimer creuse proportionnellement plus profondément en tissu sain qu'en tissu opaque.

Après photoablation au laser excimer, la cornée devient transparente au prix d'une irrégularité de surface, génératrice d'un astigmatisme. Cet astigmatisme irrégulier s'améliore lentement grâce à la cicatrisation cornéenne superficielle qui régularise progressivement la surface de la cornée. Dans l'intervalle, l'adaptation d'une lentille rigide était indispensable

pour restaurer une fonction visuelle satisfaisante.

Ainsi pour réduire l'astigmatisme irrégulier, on a utilisé du méthylcellulose avant de réaliser que finalement l'épithélium était le meilleur agent lissant : le concept de pouvoir optique de l'épithélium ouvrait alors de grandes perspectives.

C'est pour tenter d'éliminer cette complication que nous avons eu l'idée d'utiliser le laser femtoseconde pour réaliser une kératectomie superficielle dont la face profonde aurait une surface parfaitement régulière et, ainsi, de limiter l'induction d'un astigmatisme irrégulier (figures 1 à 4).

Le bilan préopératoire

Il comporte une évaluation clinique du retentissement de l'opacité sur l'acuité visuelle. En pratique, toute opacité superficielle limitant l'acuité à moins de 3/10 est éligible.

L'évaluation de la profondeur lésionnelle se fait à la lampe

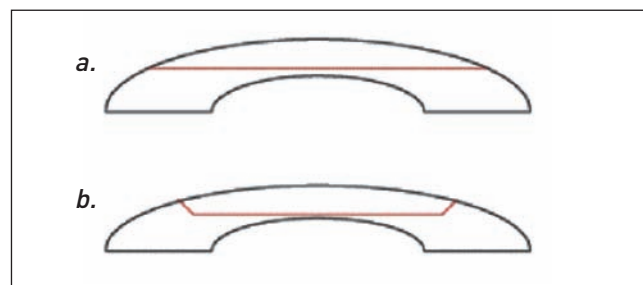


Figure 1. Inconvénient du laser femtoseconde dans la technique de photokératectomie (a). La réaction de cicatrisation des bords induit un certain aplatissement cornéen (b).

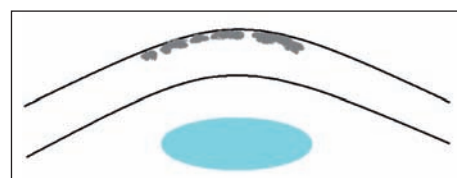


Figure 2. Illustration des opacités cornéennes antérieures.

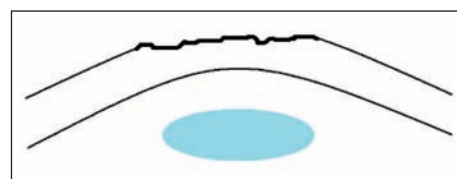


Figure 3. Irrégularités de l'interface après laser excimer.

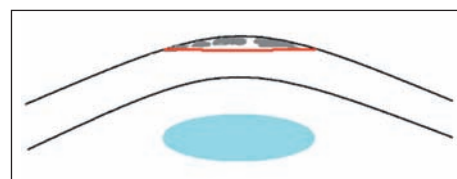


Figure 4. La découpe au laser femtoseconde passe sous l'opacité permettant d'avoir une surface régulière.

à fente. L'éclairage en fente fine en surluminance à 45 degrés de l'opacité permet d'apprécier l'épaisseur de l'opacité en pourcentage par rapport au reste de la cornée saine. Si l'opacité représente moins du quart de l'épaisseur de la cornée, il s'agit d'une bonne indication.

L'OCT de segment antérieur permettra une mesure précise de la plus grande épaisseur de l'opacité.

La technique de femtokératectomie

Nous avons utilisé le laser femtoseconde Intralase FS-60 kHz pour réaliser la kératectomie, mais aujourd'hui notre standard est le laser Intralase FS-150 Khz (*tableau I*).

La profondeur affichée sur la machine est égale à la plus grande épaisseur de l'opacité majorée de 10 microns pour avoir une marge de sécurité.

Le diamètre de découpe est en général de 8 à 8,5 mm pour réduire le *shift* hypermétrope. En théorie, la découpe étant parfaitement cylindrique, il n'y a pas de modification de la réfraction. Mais en pratique, la réaction de cicatrisation aux bords du cylindre induit un certain aplatissement de la cornée.

On utilise le mode *Raster* ou *Keratoplasty* de l'Intralase pour pouvoir effectuer au minimum deux ou trois passages en fonction de la densité de l'opacité.

Tableau I. Paramètres Intralase FS-60 kHz.

Flap : mode <i>raster</i> ou <i>keratoplasty</i> (<i>anterior side cut</i>)
Energie maximale : 2,6 à 2,85 μ J
Diamètre de découpe : 8 à 8,5 mm
Profondeur moyenne : 100 μ m
Diminuer l'angle d'attaque

Le clivage de la lamelle cornéenne se fait avec les mêmes instruments que le soulèvement du capot en chirurgie réfractive. L'expérience acquise lors des premiers cas démontre l'efficacité et l'innocuité relative de cette technique.

Les pièces anatomopathologiques apportent la confirmation diagnostique, ce qui n'était pas possible avec la photoblation au laser excimer (*figure 5*). L'analyse de la face

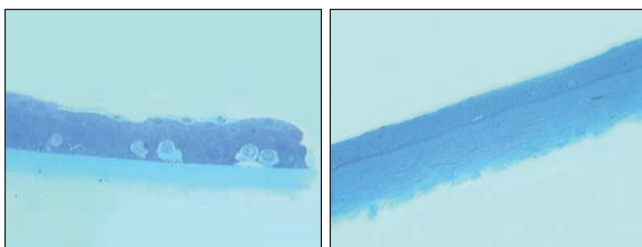


Figure 5. Pièces anatomopathologiques. Bel aspect superficiel lisse de l'ablation au laser femtoseconde.

postérieure de la pièce confirme la qualité de la découpe du laser femtoseconde. La surface de la cornée ainsi traitée est d'une régularité supérieure à celle d'une cornée traitée au laser excimer. Évidemment, les quelques cas que nous présentons avec des résultats très encourageants méritent d'être confirmés par une évaluation élargie.

Cas cliniques

Cas n°1. Une cornea guttata décompensée

Il s'agit d'une patiente âgée de 75 ans opérée de l'œil gauche (kératoplastie transfixiante plus cataracte) pour cornea guttata décompensée et qui présente du côté droit une taie cornéenne superficielle, une cornea guttata et une cataracte avec synéchies postérieures. Compte tenu du résultat modeste à gauche avec une acuité visuelle à 3/10, nous avons hésité entre une intervention combinée d'emblée et une photokératectomie permettant d'évaluer la gravité de la cornea guttata. Une photokératectomie au laser femtoseconde a été pratiquée (*figure 6*), un comptage endothélial a été rendu possible et le nombre de cellules endothéliales était de 1 000/mm². Une simple chirurgie de la cataracte par phacoémulsification a été réalisée permettant une récupération fonctionnelle à 4-5/10f.

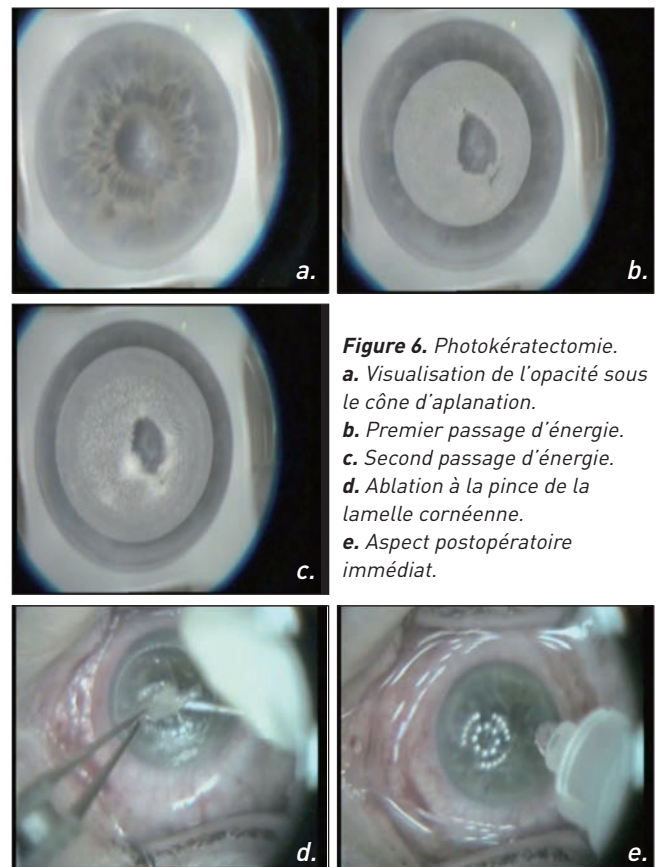


Figure 6. Photokératectomie.
a. Visualisation de l'opacité sous le cône d'aplanation.
b. Premier passage d'énergie.
c. Second passage d'énergie.
d. Ablation à la pince de la lamelle cornéenne.
e. Aspect postopératoire immédiat.

Grâce à la photokératectomie au laser femtoseconde, la greffe est pour l'instant évitée (figures 7 et 8).

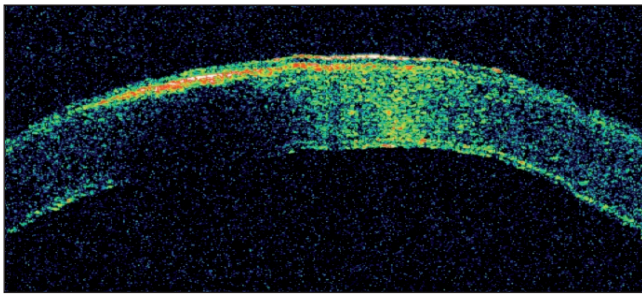


Figure 7. Aspect OCT préopératoire.

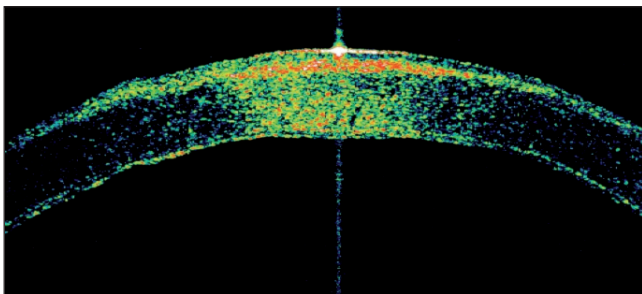


Figure 8. Aspect OCT postopératoire.

Cas n° 2. Des opacités cornéennes d'origine traumatique (figures 9 et 10)

Il s'agit d'un patient de sexe masculin, âgé de 68 ans, présentant des opacités cornéennes de type traumatique, centrées sur l'axe optique. L'acuité visuelle n'excède pas 2/10. La gêne fonctionnelle s'avère importante, rendant le patient quasiment monoptalme.

L'indication initiale était une kératoplastie lamellaire antérieure, mais les mesures en OCT Visante ont montré une profondeur des opacités n'excédant pas les 100 µm, une

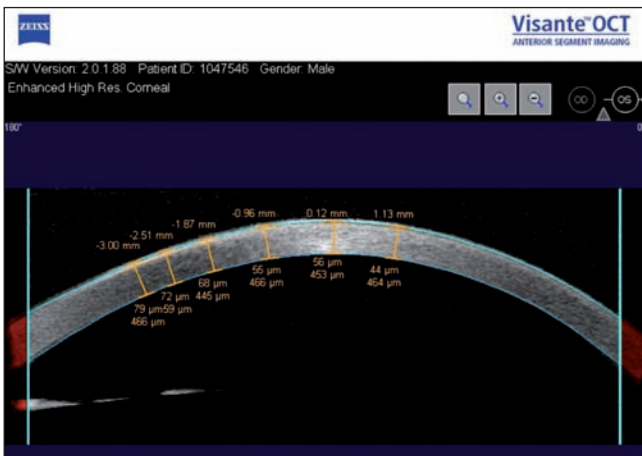


Figure 9. Aspect préopératoire en OCT Visante.

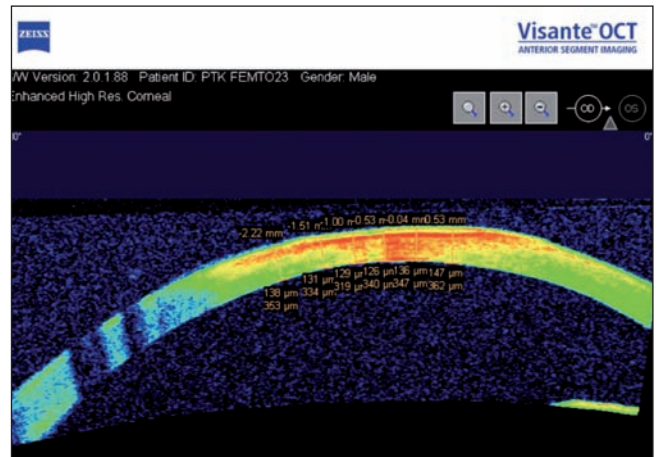


Figure 10. Autre aspect préopératoire en OCT Visante.

photokératectomie s'est alors imposée, avec pose d'une lentille souple thérapeutique durant trois jours. L'acuité visuelle postopératoire est de 4/10 à J+15 sans correction et de 6/10 à un mois avec +1,5 (-0,75) 75°.

Réalisation d'incisions arciformes dans le traitement des astigmatismes post-greffe

L'astigmatisme élevé après kératoplastie transfixiante est la principale cause d'échec fonctionnel sur un greffon transparent. Son importance et l'incapacité de le corriger peuvent conduire à faire une nouvelle greffe.

Les causes sont multiples et souvent intriquées : cicatrisation asymétrique au niveau de l'anneau limitant, défaut de congruence greffon-cornée réceptrice, astigmatisme de la cornée réceptrice (dans le kératocône notamment), etc.

De nombreuses techniques ont été proposées afin de réduire ces astigmatismes : incisions transverses, incisions arciformes, révision de cicatrices, résections cunéiformes.

Nous nous intéresserons aux incisions arciformes que l'on peut réaliser à l'aide du laser femtoseconde.

La réalisation d'incisions arciformes est une technique ancienne utilisée du temps de la kératotomie radiaire, réalisées soit à main levée au couteau diamant, soit à l'aide de l'arcitome de Hanna.

Le principe est simple : une incision perpendiculaire au méridien le plus convergent induit un aplatissement de celui-ci et, par effet de couple, un bombement du méridien plat perpendiculaire. En principe, cela n'induit pas de modification de l'équivalent sphérique réfractif sur une cornée saine. Ceci est moins vrai dans les astigmatismes sur greffes où il peut y avoir une modification non prévisible de l'équivalent sphérique.

L'effet d'une incision est d'autant plus important que sa longueur angulaire est grande, qu'elle est profonde et qu'elle est proche du centre. L'utilisation du laser femtoseconde



Figure 11. Écran de réglage des paramètres Intralase.

permet de contrôler avant la découpe l'ensemble des paramètres. Notre choix de laser est l'Intralase FS.

On définit sur l'écran de contrôle la longueur angulaire, la profondeur et l'axe de la découpe (figure 11).

Lorsque l'anneau de succion est posé, on peut corriger un éventuel décentrement avant de déclencher le tir du laser.

Nous utilisons le nomogramme selon les recommandations de K.D. Hanna (tableau II) dans la chirurgie incisionnelle mécanisée au trépan arciforme. La découpe au laser est réalisée en quelques secondes (figure 12).

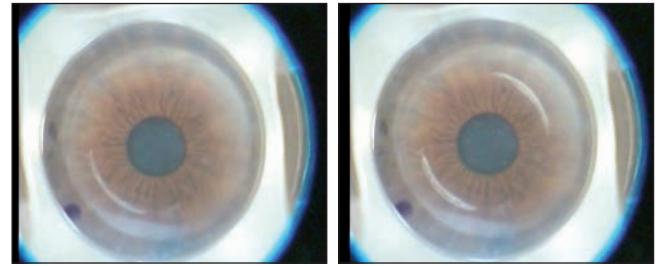


Figure 12. Séquence de la découpe arciforme.

Les résultats permettent une réduction conséquente de l'astigmatisme dans plus de 70 % des cas (figures 13 et 14). La diminution de cet astigmatisme est de l'ordre de 50 % en moyenne.

Cette technique donne des résultats très encourageants dans tous les astigmatismes post-greffe à l'exception de la kératoplastie post-kératocône où un lasik donne des résultats plus prédictibles.

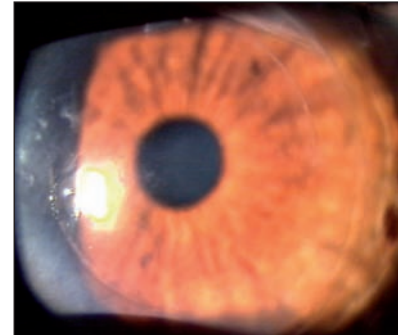


Figure 13. Aspect postopératoire.

Tableau II. Nomogramme de KD Hanna (Hanna KD et al. Keratotomy for astigmatism using an arcuate keratome. Arch Ophthalmol 1993(111):998-1004).

Astigmatisme (D)	Diamètre de la zone optique (mm)	Profondeur de l'incision (% de l'épaisseur cornéenne)	Longueur angulaire de l'incision (degrés)
5,00-6,25	6,50	75	70
6,50-7,50	6,25	75	70
7,75-8,75	6,25	75	80
9,00-15,00	6,00	75	80

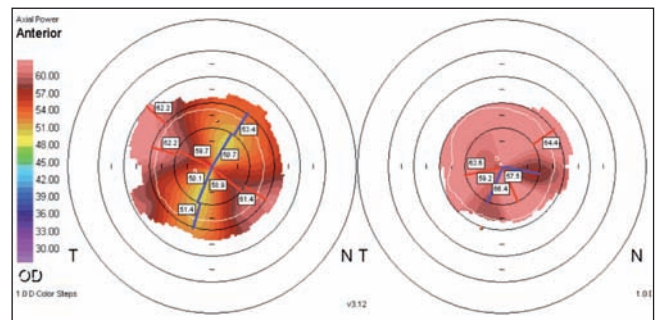


Figure 14. Topographies cornéennes pré et postopératoires.

Place de l'implantation phaque dans la gestion du kératocône primitif et induit

BÉATRICE COCHENER

CHU de Brest
beatrice.cochener-lamard@chu-brest.fr



Bien que ne s'intégrant pas à proprement parler dans le domaine de la cornéoplastie, il paraît important de positionner l'implantation phaque dans l'arsenal thérapeutique du kératocône, surtout primitif mais également et plus rarement secondaire après une chirurgie réfractive cornéenne ayant induit une ectasie. Il s'agit certes d'une niche d'indication, dans la mesure où cette procédure ne pourra concerner que la prise en charge des déformations cornéennes, source d'un astigmatisme accessible à la mesure de réfraction et s'accompagnant d'une amétropie sphérique significative. Cependant, envisagée en combinaison avec les autres stratégies (telles que les anneaux, la greffe...), l'implantation phaque représente une option d'intérêt bénéficiant en particulier de sa réversibilité et du respect de la cornée.

L'intérêt d'un implant phaque

En premier lieu, le fait de corriger l'amétropie induite par une cornée dystrophique, irrégulière et affaiblie par un implant demeurant à distance de cette dernière, offre l'avantage de ne pas aggraver sa fragilisation. Ceci signifie qu'aucun processus de cicatrisation cornéenne ne sera impliqué et que *la chirurgie ne viendra pas interférer avec la maladie cornéenne*. Toutefois, cette garantie de sécurité ne sera assurée que si la détermination de la taille de l'implant est précise (faisant appel à l'imagerie intraoculaire) afin de respecter l'endothélium cornéen sain. Il est important également de souligner la possibilité d'ajuster la procédure, ce qui rend possible par exemple un échange en cas d'amétropie évolutive ou un retrait en cas de survenue d'une cataracte (pouvant alors donner lieu à une implantation torique pseudophaque). En cas de progressivité du kératocône, il sera également possible de procéder à la réalisation d'une greffe de cornée associée dans le même temps à un retrait de la lentille phaque.

Il s'agit par ailleurs du seul moyen d'aborder la *correction d'une amétropie forte* sur une cornée pathologique, sachant qu'un anneau intracornéen ne peut pas prétendre agir sur une cornée dépassant 4 D de composante sphérique, alors qu'un implant phaque, surtout dans une version torique, sera capable de corriger une myopie et un cylindre (jusqu'à 6 D) dans le même temps ; ceci à condition que

l'astigmatisme soit cornéen, vérifié par vidéotopographie, même s'il est irrégulier.

Quand recourir à l'implantation phaque dans l'ectasie cornéenne ?

Le kératocône avéré

Cette chirurgie intraoculaire pourra être proposée soit de première intention, en cas d'accès à la mesure de la réfraction du patient, ou secondairement pour corriger une erreur réfractive résiduelle après une autre chirurgie de remodelage cornéenne (segments intrastromaux diminuant l'irrégularité et permettant de mesurer l'erreur sphéro-cylindrique résiduelle, voire après une greffe de cornée). En cas de kératocône évolutif, un cross-linking à la riboflavine pourra être combiné. En synthèse, toutes ces techniques peuvent être si besoin *combinées* en chronologie variable et non codifiée à cette heure.

Il est certain que l'indication d'un implant phaque ne peut être retenue *lorsque la mesure de la réfraction est accessible*, ce qui ne sera en particulier pas le cas avec un astigmatisme trop irrégulier induit, ni en cas d'opacités cornéennes (grade 4 de la maladie). Il faudra de plus que l'astigmatisme soit associé à une *myopie modérée ou forte*, ce qui n'est pas la situation la plus commune sur notre territoire en matière de kératocône (contrairement aux pays du Maghreb). Comme toute chirurgie proposée face à une ectasie, l'implantation ne le sera que face à une *intolérance ou une correction non satisfaisante avec lentilles de contact*.

Le kératocône frustré

La question devrait se poser *avant une chirurgie photovoltaïque*, lorsque le bilan préopératoire révèle des éléments d'alerte qui, cumulés, majorent le risque de survenue d'une ectasie soit spontanément à distance, soit secondairement au décours d'un lasik (ou même d'une ablation de surface). Il s'agit en particulier des anomalies topographiques aujourd'hui reconnues : un bombement inférieur, une asymétrie (SRAX positive en vidéotopographie axiale spéculaire : angulation des deux hémiméridiens principaux de plus de 20° ; ou Rao, Tanabé + en topographie d'élévation : plus de 3 couleurs en face antérieure de la cornée centrale). S'y ajoute une pachymétrie inférieure à 500 µm et/ou une viscoélasticité anormalement faible (*Ocular Response Analyser* – ORA : mesure de l'hystérésis < 8 et de la résistance < 6). L'histoire clinique est également à considérer : la notion d'un astigmatisme récemment découvert et/ou évolutif, ou d'une perte de meilleure acuité visuelle corrigée doivent sembler suspects, comme *a fortiori* l'existence d'antécédents familiaux de kératocône.

Il peut être alors préférable de ne pas aggraver cette

cornée potentiellement fragile et de préférer une chirurgie additive conservatrice des tissus, soit sous la forme d'anneaux myopiques (Intacs® non SK) si la sphère est inférieure à -4,5 D et le cylindre inférieur à -1 D, soit d'un implant myopique au-delà de ces valeurs (torique si le cylindre associé est supérieur à -1 D).

Quel modèle d'implant phaqué choisir ?

Il s'agit bien entendu de recourir à un implant phaqué torique, qui n'est disponible à cette heure que pour deux concepts. Dans tous les cas, il est important de garantir une sélection soignée des candidats et un ajustage optimal de la taille de l'implant. Ceci suppose de disposer d'une imagerie intraoculaire capable d'accéder aux mesures intraoculaires : des distances, des espaces et des volumes. C'est à ce prix que pourra être calculé l'implant sur mesure et pourront être éliminées les contre-indications anatomiques à l'implantation phaqué : chambre antérieure < 3 mm (implant de chambre antérieure - ICA) et < 2,8 mm (implants de chambre postérieure - ICP), une conformation de l'insertion irienne anormale (iris trop convexe ou plateau).

Il n'existe pas de modèle d'implant phaqué torique à appuis angulaires ; seul le classique Artisan® (d'Ophtec ou Verysize® d'Abbott) à fixation irienne et l'ICL® (Staar) de

chambre postérieure existent en version torique. Le premier, fait de PMMA, offre l'intérêt d'une stabilité de la position dans laquelle il est clippé en peropératoire. Cependant, il impose une courbe d'apprentissage pour obtenir un centrage parfait et requiert une incision de près de 6 mm pour son introduction ; ceci expose sans conteste à un risque astigmatogène difficile à accepter dans une chirurgie à but réfractif (même si certains opérateurs utilisent cet effet en matière de kératocône pour majorer l'action de réduction du cylindre en plaçant l'incision dans l'axe bombé pour majorer l'effet relaxant en plus de l'implant dont le tore est de règle inférieur à 6 D). Il a de plus été évoqué un rôle de stabilisation potentielle de l'ectasie grâce à la cicatrice organisée sur l'incision.

L'implant de collamère ICL® de chambre postérieure est, lui, séduisant par sa localisation à distance de l'endothélium cornéen. Il est de plus pliable par une incision de 2,8 mm qui permet de rendre prédictible l'effet de correction du cylindre apportée par l'implant. La 4^e génération, distribuée depuis quelques années, est celle sur laquelle fut développé le modèle torique ; elle a démontré son innocuité satisfaisante à l'égard du cristallin en particulier (mais pourrait accélérer le vieillissement de celui-ci lorsque l'implantation est réalisée au-delà de 40 ans).

Il est à noter que lorsqu'un patient kératocônique présente une cataracte, il est justifié de proposer après phacoexérèse une implantation pseudophaque torique respectant les mêmes règles que celles imposées dans l'implantation phaque. En cas de mise en place d'un implant phaque préalable, il sera aisé de le retirer dans le même temps que la chirurgie de la cataracte.

Les règles de l'implantation torique

La détermination de la taille

Elle se fera sur la kératométrie (lue, topographique ou encore mesurée par interférométrie IOLmaster®, sachant qu'il existe une différence entre ces différentes mesures pouvant être de l'ordre de 2 D ; la kératométrie fournie par l'autoréfracteur demeure la référence).

En résumé, les mesures intraoculaires seront : le diamètre angle à angle (pour l'implant clippé irien torique) accessible par OCT de segment antérieur, caméra Scheimpflug (EAS®, Pentacam®) ou encore échographie haute fréquence. Le diamètre sulcus à sulcus en arrière de l'iris sera nécessaire pour l'implant de chambre postérieure et ne peut être déterminé que par échographie haute fréquence.

Positionnement de l'implant torique

L'incision sera supérieure (implant clippé) ou localisée sur l'axe bombé (plus facilement ajustable avec les 2,8 mm d'incision de l'implant de chambre postérieure).

Dans toute implantation torique, il est nécessaire de respecter les critères de marquage garants de l'alignement optimal de l'implant dans l'axe à corriger. Ils incluent un repérage préopératoire de l'horizontalité (marqueur pendulaire) permettant de corriger la cyclotorsion induite par le passage de la position assise à coucher (volontiers aggravée par une anesthésie générale si requise). En peropératoire, l'implant sera alors positionné précisément dans l'axe recommandé grâce à un anneau gradué ou en recourant aux plateformes numérisées récentes offrant un repérage automatisé de l'axe par repérage irien et limbique. Il est important de s'assurer d'un lavage soigneux du visqueux dans un souci de prévention d'une rotation de l'implant (de chambre postérieure, bombant en avant du cristallin) et surtout d'une hypertonie, voire d'un bloc pupillaire postopératoire. Le centrage d'un implant clippé répondra aux mêmes règles d'orientation de l'axe et sera centré sur la pupille, le facteur manuel constituant un facteur de biais à maîtriser par un apprentissage de l'opérateur à la technique de clippage.

Les critères à respecter

Sans qu'il existe de consensus officiel, peuvent être retenus les paramètres suivants.

- Une kératométrie ≥ 65 D qui traduit un kératocône avancé et laisse espérer une correction d'astigmatisme peu prédictible et très incomplète est un critère d'exclusion. Du reste, à ce stade, la réfraction n'est de règle pas accessible.
- Le comptage cellulaire endothélial doit être d'au moins 2 000 cellules par mm^2 , seuil commun à toute implantation phaque. Il faut y ajouter la vérification d'une morphologie cellulaire normale (sans signe de souffrance pouvant être induit par un port de lentilles inadaptées au long cours).
- Rappelons le respect d'une profondeur de chambre antérieure (distance endothélium à la face antérieure du cristallin d'au moins 2,8 mm pour un ICP et de 3 mm pour un ICA). Notons que la présence d'anneaux intracornéens peut diminuer cette distance.
- Si possible, stabilité de l'ectasie, sachant qu'il n'existe pas de définition absolue d'un kératocône évolutif. Il peut être considéré qu'une modification de la kératométrie de 1 D entre deux examens à 6 mois et/ou un changement réfractif et visuel signent une progression de la dystrophie invitant à proposer en préalable à toute chirurgie correctrice un cross-linking (si le patient est âgé de moins de 38 ans).

L'implantation phaque est une alternative intéressante

Elle devrait sans conteste être intégrée au nouvel arsenal de traitement du kératocône. Cette chirurgie intervient comme une aide à la réhabilitation visuelle mais, bien sûr, ne peut agir sur le processus de la maladie. Certes, seule une petite population est concernée : les kératocônes combinant une amétropie sphérique significative au cylindre induit par l'ectasie, sans oublier dans le registre de la chirurgie réfractive les cornées à risque pour la photoablation. Dans tous les cas et comme pour tout œil ayant reçu un implant phaque, un suivi strict et prolongé s'impose. Les perspectives associent une amélioration de la précision du *sizing* pour un ajustage personnalisé de l'implant et un élargissement de la gamme de puissances disponibles.

En pratique : indications de l'implantation phaque dans le kératocône

- Kératocône stabilisé (\pm CXL)
- Réfraction accessible :
 - myopie > -3 D / astigmatisme
 - implant phaque \pm anneaux
- Réfraction non accessible :
 - anneaux de remodelage
 - implant phaque sur amétropie résiduelle si myopie > -3 D

Kératocônes et lentilles de contact

CHRISTINE BRODATY

Paris

Les lentilles de contact rigides sont TOUJOURS le traitement optique de référence des kératocônes (KC).

Les autres techniques chirurgicales ne devraient être envisagées qu'en cas d'intolérance avérée à tout type de LRPG (anneaux intracornéens) ou en cas de perte de la transparence cornéenne avec acuité limitée en LRPG (kératoplastie lamellaire si possible ou transfixiante en cas d'opacités cornéennes importantes).

Le cross-linking n'est pas à proprement parler un traitement optique du KC car il ne remplace pas le port des LRPG, mais il permet d'espérer une absence ou un ralentissement de l'évolution de cette dystrophie cornéenne chez les sujets jeunes (moins de 30 ans).

La topographie cornéenne est nécessaire

Elle permet de « comprendre » la forme de la cornée à adapter, choisir le design de la première lentille d'essai, même si ce n'est pas le topographe qui « choisit » cette lentille...

L'analyse de la topographie cornéenne en élévation mais aussi en spéculaire permet de classer les kératocônes selon la position du sommet (ou apex) et selon les pentes de ces KC.

L'apex du KC

Si l'apex est inclus dans l'anneau des 5 mm, le KC est considéré comme centré ; il est décentré si l'apex est situé au-delà.

La topographie d'élévation permet, grâce à la carte « posterior float », de visualiser immédiatement la position de l'apex.

En topographie spéculaire, il est nécessaire d'utiliser la carte tangentielle qui donne un aspect pseudo 3D de la cornée et permet ainsi de visualiser plus précisément l'apex du cône.

Les pentes du KC

Elles sont appréciées en fonction du différentiel d'élévation entre l'apex et la périphérie cornéenne en topographie d'élévation, ou en fonction de la décomposition colorimétrique en topographie spéculaire :

- le KC est à pentes douces (figures 1 et 2) si toute la gamme de couleur est bien visible sur la carte spéculaire ou si le différentiel d'élévation est inférieur à 100 microns sur la carte d'élévation ;

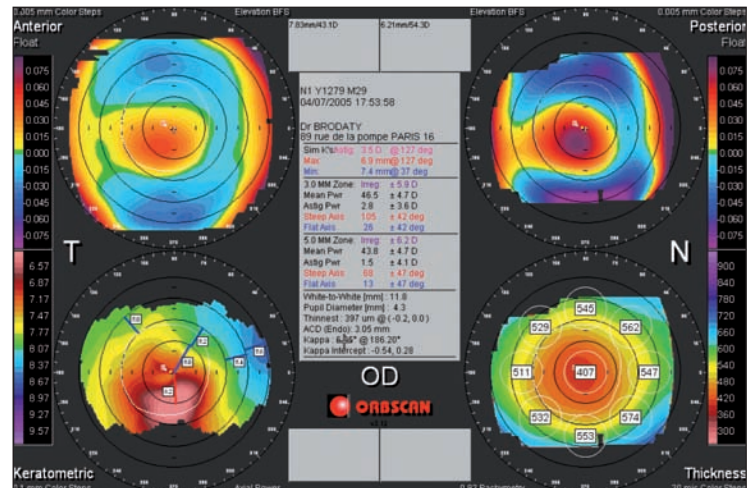


Figure 1. KC centré, pentes douces, faible différentiel en élévation, décomposition colorimétrique en spéculaire.

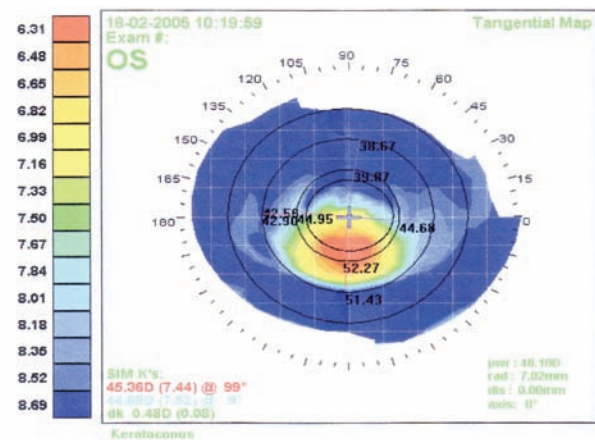


Figure 2. KC centré en pentes douces (décomposition colorimétrique).

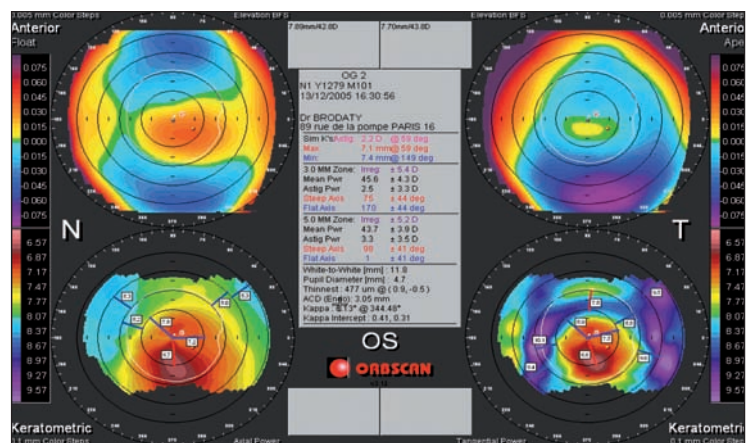


Figure 3. KC centré avec apex compris dans l'anneau des 5 mm en tangentielle et élévation, pentes raides.

- le KC est à pentes raides (figure 3) si le différentiel d'élévation est supérieur à 100 microns ou si la décomposition en couleurs est restreinte en spéculaire.

Cela conditionne le choix des dégagements des LRPG

KC à pentes douces

Le choix s'oriente vers des *lentilles à dégagements progressifs* (par exemple K3, PRK dia 8.50, KL...).

KC à pentes abruptes

Le choix s'oriente vers des *lentilles à forts dégagements* (par exemple : PR2K diamètre 8,50 à 9,60, OCK 5, KX3, etc.).

Au stade 4

Si la transparence cornéenne le permet, l'adaptation se fait avec des lentilles de diamètre réduit (maximum 8,50) et à très forts dégagements (par exemple : SK, KN, PK1, PK2, etc.).

En règle générale, plus le KC est évolué :

- plus le diamètre des lentilles utilisées se réduit,
- plus les dégagements sont nombreux et « ouverts ».

Choix du Ro et image en fluorescence

Une fois choisi le design de la LRPG le plus approprié à la forme du KC, le choix du Ro de la première lentille d'essai se fait selon la règle :

$$Ro = Km \quad (Km = K + K'/2)$$

C'est l'analyse de l'image en fluorescence qui va permettre d'affiner le choix (figures 4 et 5).

Cette règle peut être vérifiée sur le site contacto.fr ou dans le *Contaguide*. Elle est valable pour la grande majorité des lentilles « spéciales KC ».

Une nouvelle génération de LRPG pour kératocône peut théoriquement être utilisée sans avoir recours à la topographie cornéenne (Rose K2) selon les règles préconisées

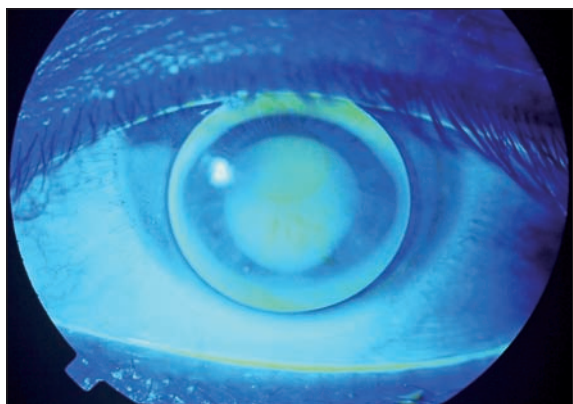


Figure 4. Image en fluorescence. Lentille K3 trop serrée (Ro = 6,90) avec dégagements insuffisants.

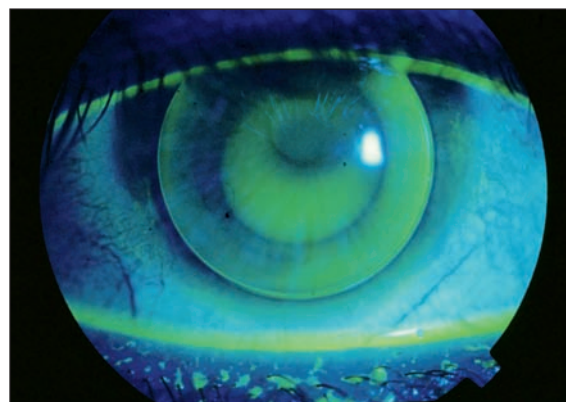


Figure 5. Image en fluorescence en cocarde. Adaptation « classique ».

par Paul Rose (Nouvelle-Zélande) qui a mis au point ce design. Son adaptation sera détaillée dans l'article suivant. Toutefois, en cas d'échec, la nécessité de choisir une autre LRPG, de design différent, incite tout de même à faire une topographie systématique qui ne peut être qu'un gain de temps pour la poursuite de l'adaptation.

Cas particulier du KC stade 1 de diagnostic topographique

Il n'y a pas d'indication médicale aux lentilles de contact car les LRPG ne freinent pas l'évolution du KC.

Si le patient désire une adaptation de confort, celle-ci sera systématiquement faite en LRPG (de design standard), surtout si le patient a moins de 35 ans, le risque évolutif étant fort à cet âge. Après un équipement en LSH, l'accoutumance aux LRPG est plus difficile.

L'adaptation en lentilles souples si besoin toriques (LSHT) peut se discuter chez un patient de plus de 40 ans dont le KC a été diagnostiqué lors du bilan avant chirurgie réfractive. À cet âge, l'évolutivité est très faible et la nécessité de devoir ensuite recourir aux LRPG également.

L'adaptation des KC fait appel à une bonne analyse de la topographie et à la maîtrise des différents designs de LRPG afin d'obtenir le meilleur alignement tant au niveau de l'apex (pas d'appui franc mais un simple contact) qu'au niveau des dégagements périphériques qui doivent suivre les pentes du KC.

Il n'est pas nécessaire de connaître toutes les lentilles existantes ; il convient de choisir des designs complémentaires : dégagements lents et progressifs, dégagements rapides.

L'application de la règle $Ro = Km$ et l'analyse de l'image en fluorescence sont les critères nécessaires pour réussir une bonne adaptation.

Absence de conflits d'intérêts

L'évolution des concepts dans l'adaptation des kératocônes en lentilles de contact

XAVIER SUBIRANA

Toulouse
Centre Cornée Kératocône, Paris



L'équipement des kératocônes en lentilles de contact s'est profondément modifié durant ces dernières années. Le temps n'est pas loin où il restait l'apanage « d'hyperspécialistes » peaufinant des lentilles pratiquement « sur mesure », dont ils confiaient la fabrication à un petit nombre de laboratoires capables de faire varier à la demande tous les paramètres pour suivre au plus près le profil du cône.

À partir de ce stade quasi artisanal, au bon sens du terme, un certain nombre d'adaptateurs et d'industriels de par le monde ont cherché à mettre en évidence des règles simples qui pourraient lier les paramètres mesurés sur la cornée et le design de la lentille à choisir en première intention.

Très vite, il est apparu qu'un certain nombre de mesures revêtaient un caractère essentiel dans le choix du profil à adopter. Les trois plus importantes sont bien entendu la kératométrie, avec une place prépondérante pour la kératométrie moyenne, la pente du cône et la rupture de pente. Le centrage, ou au contraire le décentrement, de l'apex qui longtemps fut considéré comme une donnée majeure a perdu aujourd'hui une grande part de son intérêt, sauf, bien entendu, pour les dégénérescences pellucides.

Un mathématicien invente la lentille Rose K

Dans cette mouvance de standardisation des profils, un mathématicien, Paul Rose, reconverti dans l'industrie des lentilles de contact en Nouvelle-Zélande, réussit à mettre au point des algorithmes de fabrication liant la flèche et les dégagements. Cette intuition permettait à l'adaptateur d'utiliser les boîtes d'essai de lentilles pour kératocônes à l'identique des lentilles sphériques, l'écart entre deux lentilles successives de la série étant constant.

Cette nouvelle méthode d'adaptation plus facile à aborder a amené un certain nombre d'adaptateurs à se lancer, avec succès, dans l'équipement des kératocônes.

Mais très vite, un certain nombre de limites sont apparues avec ces types d'équipement :

- tous les cônes n'étaient pas adaptables avec cette seule technologie,
- les paramètres étaient trop limités pour répondre à toutes les formes,

- et surtout un certain nombre de patients restaient inadaptables par non-acceptation des contraintes liées au confort de ces lentilles.

Devant ces « blocages », deux pistes se sont développées dans deux voies opposées :

- la piste du perfectionnement des lentilles rigides avec l'apparition de nouveaux matériaux, de nouveaux profils, de nouveaux dia-

mètres allant même jusqu'à la renaissance des verres scléaux,

- la piste du « non-rigide » amorçant la succession des premières lentilles hybrides du type Janus et des premières lentilles souples pour kératocône du type KeraSoft.

L'évolution des LRPO s'est faite dans de très nombreuses directions

Dans la lignée de la Rose K, le laboratoire a décliné la lentille dans une gamme dite Rose K2 avec un concept plus élaboré couplant modification de la flèche et du diamètre total à partir d'un calcul statistique mettant en évidence que plus un cône est pointu, plus la taille de la zone optique doit être choisie petite. Ces lentilles ont de plus bénéficié de courbes asphériques visant à diminuer les aberrations optiques, source des halos très gênants pour les porteurs.

Pour aller plus loin, comme à l'époque des lentilles « sur mesure », il est maintenant possible de modifier les diamètres et surtout l'*edge lift* pour permettre d'ouvrir ou de fermer à la demande les dégagements périphériques pour suivre au plus près la pente et la rupture de pente du cône.

Parallèlement, tous les laboratoires ont fait évoluer les matériaux offerts permettant maintenant d'avoir toutes les solutions avec des Dk/e très élevés.

Une autre option dans les LRPO a été l'idée de ne plus rester avec les diamètres standard mais d'offrir des solutions :

- avec des petits diamètres pour les cônes très pointus, comme autrefois, mais avec les géométries d'aujourd'hui (à titre d'exemple une Rose K2 Nipple Cone a été présentée aux États-Unis),
- avec des diamètres de plus en plus grands.

Si on a l'habitude d'équiper les stades précoces avec des lentilles de diamètre entre 10 et 11 mm, le pas des 12 mm n'a été franchi que très timidement (avec par exemple l'utilisation des lentilles anglaises de grand diamètre introduites par Ken Polse).

Aujourd'hui une tendance se fait jour aux États-Unis pour équiper les cônes avancés avec des lentilles dites « semi- et miniscléales » de diamètres compris entre 14,50 et 18,20 mm. Leur principe d'adaptation est à l'opposé des concepts développés pour les lentilles de kératocône. Il s'agit de passer en pont sur l'apex du cône, sans

contact avec la cornée, en laissant un film de larme épais. Le profil du verre scléral est optimisé par l'utilisation d'OCT du segment antérieur. Cette technique permet d'obtenir des acuités visuelles souvent spectaculaires avec un confort sans comparaison avec les anciens verres scléraux. En France, commence depuis quelques années à se développer une technique voisine avec la lentille sclérale perméable à l'oxygène SPOT (*Les Cahiers d'Ophthalmologie*, mai 2010).

Quand l'équipement en LRPO n'est pas possible

Pour tous ceux chez qui l'équipement en lentilles rigides est impossible soit de par le contexte clinique (trisomiques...), soit parce qu'ils ne supportent pas ce type d'équipement ou n'en acceptent pas les contraintes, deux types de solution sont en train de se développer.

La lentille hybride

La plus classique, la lentille hybride, semble retrouver un gain d'intérêt avec trois lentilles américaines :

- la SynergEyes A, maintenant disponible en France, mais dont l'adaptation nécessite l'utilisation de fluorescéine à grosses molécules,
- sa « petite sœur », la Duette, uniquement disponible sur le marché américain,

Adaptation après pose d'anneaux intracornéens pour kératocône

CATHERINE PEYRE

Centre Cornée Kératocône, Paris

La mise en place d'anneaux intracornéens sur un kératocône est motivée par une intolérance du patient aux lentilles rigides.

L'indication habituelle est limitée aux kératocônes modérés dont la puissance cornéenne centrale est inférieure à 55 D. Si cette indication n'était pas respectée les résultats seraient plus décevants et les solutions thérapeutiques plus aléatoires. Si elle est respectée, les résultats sont souvent favorables et la qualité visuelle est améliorée.

Cependant, malgré une amélioration certaine de la topographie de la cornée, un certain nombre de patients ont besoin d'une correction complémentaire, liée à la présence d'un astigmatisme régulier ou irrégulier résiduel, ou à une anisométrie myopique.

- et une lentille qui est déjà très utilisée dans certains pays comme le Royaume-Uni, l'Allemagne ou la Turquie, la Clear-Kone, qui s'apparente à une lentille cornéo-sclérale à jupe souple. Cette lentille se manipule comme une lentille SPOT, nécessite aussi de la fluorescéine à grosses molécules pour son adaptation de façon à visualiser le passage en pont au-dessus de l'apex. Elle est surprenante de par le résultat visuel obtenu et son confort.

Lentilles souples : le retour

La tendance la plus étonnante est le retour en force des lentilles souples :

- avec l'accord de licence entre Bausch & Lomb et Ultra-vision pour la diffusion de la lentille KeraSoft maintenant en silicone-hydrogel qui se décline en sphérique et torique,
- l'arrivée d'une lentille Soft K du laboratoire Soflex qui se décline en deux matériaux (hydrogel 67 % et silicone-hydrogel), disponible en sphérique et torique.

L'équipement des kératocônes a évolué au cours de ces dernières années, offrant aux ophtalmologistes des possibilités multiples et souvent très simples permettant des adaptations réussies avec moins d'essais.

Les nouvelles options offertes permettent de couvrir un nombre plus important de patients pouvant bénéficier d'un équipement confortable en lentilles.



Les moyens

Les lunettes complémentaires sont souvent décevantes ou irréalisables (astigmatisme ou anisométrie trop forts) et une adaptation en lentilles de contact est alors réalisée.

Les lentilles souples

Elles sont choisies en priorité puisque ces patients sont intolérants aux lentilles rigides. L'adaptation ne doit pas intervenir avant deux ou trois mois après la mise en place de ces anneaux car, plus tôt, la vision n'est pas stabilisée. Les lentilles souples en silicone-hydrogel sont préférées pour procurer une bonne oxygénation de la cornée.

Les lentilles souples sphériques sont réservées aux anisométries simples accompagnées ou non d'un petit astigmatisme. Le module de rigidité élevé du matériau permet de prendre en charge une petite irrégularité de surface. Ces lentilles doivent être équipées plus plat qu'habituellement ; certains ont même proposé de placer ces lentilles à l'envers pour gommer des irrégularités résiduelles, aplatir la zone centrale et augmenter les dégagements périphériques.

Les lentilles souples toriques sont utilisées plus souvent. La puissance du cylindre doit être réduite de moitié par rapport à celle calculée par le réfractomètre. L'axe du cylindre qui procure la meilleure acuité n'est pas, lui non plus, identique à celui du réfractomètre. Il convient de « tâtonner » en s'aidant du cylindre de Jackson.

Les lentilles rigides

Elles sont, malgré tout, parfois indispensables pour améliorer une acuité défectueuse. Les deux problèmes principaux rencontrés concernent la tolérance et la stabilisation de la lentille sur une cornée de forme inhabituelle.

Les lentilles de géométrie sphéro-asphérique s'adaptent assez bien sur ces cornées remaniées. Un diamètre de 9.60 est correct mais l'adaptation se fera là encore plus plate que d'ordinaire. Les lentilles de plus grand diamètre (11 à 12 mm) qui passent en pont, se centrent mieux mais un risque de frottement existe au niveau du « genou » induit par la présence des anneaux. Les lentilles de géométrie « kératocônique » sont souvent utiles lorsque la protrusion du sommet reste marquée.

Le piggy-back

Il demeure la seule solution lorsque les lentilles souples ne donnent aucun résultat fonctionnel, et que les lentilles rigides sont mal tolérées. Il est alors simple de placer sur la cornée une lentille souple, fine, en silicone-hydrogel et par-dessus la lentille rigide calculée, généralement aplatie de 5 à 10/100°. Les résultats peuvent être spectaculaires, mais l'équipement « lourd » (*figure 1*).

Les résultats

Il faut reconnaître que ces équipements, survenant au décours d'une chirurgie cornéenne destinée à éviter le port de lentilles, placent l'ensemble des intervenants dans une situation inhabituelle. Chaque sujet est un cas particulier et il est difficile de donner des règles.

Il existe peu de résultats publiés. Pour certains auteurs les lentilles souples toriques donneraient une amélioration

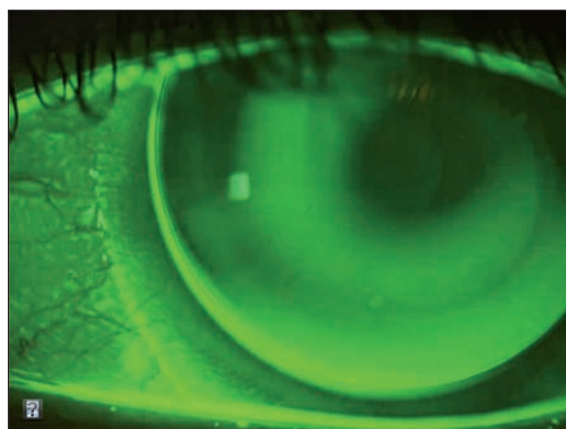


Figure 1. Aspect fluo d'un piggy-back. Acuvue Oasys 8.30 -0.50 avec la B4P 7.70/10/plan → AV = 8/10. Très bon confort.

de l'acuité dans 75 % des cas [1]. Pour d'autres le taux de succès est du même ordre, mais plus souvent avec des lentilles rigides en piggy-back [2].

En cas d'échec des lentilles, quelles sont les solutions ?

Il est parfois nécessaire de demander l'ablation des anneaux si l'acuité visuelle est insuffisante et l'équipement en lentilles impossible ou mal toléré. Après ablation des anneaux il est parfois plus facile de revenir à des lentilles pour kératocône classiques sur des cornées dont la topographie nous est plus familière. En cas de nouvel échec, les greffes lamellaires ou transfixiantes sont le dernier recours possible.

Bibliographie

Tavassoli I, Bardet E, Malet F, Colin J. L'adaptation de lentilles souples après anneaux intracornéens pour kératocône. Congrès de la Société française d'Ophthalmologie 2007, communication orale.

Brodaty C, Peyre C, Sarfati A. Adaptation après anneaux intracornéens pour kératocône. Enseignement post-universitaire contacto Ile-de-France 2010, communication orale.

Analyse des cornées iatrogènes et adaptations complexes

FRÉDÉRIC VAYR

Fondation A. de Rothschild
Paris



Prévisibilité étiopathogénique du recours contactologique

La prévisibilité statistique du recours à la contactologie après chirurgie cornéenne varie selon la nature de la chirurgie. Trois groupes méritent d'être distingués. Ils conduisent en pratique à des adaptations « improbables », « annoncées » ou « éventuelles ».

L'adaptation d'une lentille de contact sur une cornée iatrogène est celle devant être tentée sur une cornée opérée dont la déformation finale et consolidée de sa surface antérieure est la cause d'une dégradation visuelle quantitative (amétropie sphéro-cylindrique résiduelle) et/ou qualitative (taux élevé d'aberrations de haut degré induites - HOA) :

- ne pouvant pas (ou plus) bénéficier d'une chirurgie réparatrice,
- dont la correction par des lunettes serait optiquement inefficace (HOA), fonctionnellement intolérable (forte anisométrie) ou « inacceptable » par le patient.

De prévisibilité variable selon les cas, les adaptations sur cornées iatrogènes reposent techniquement sur l'appréciation la plus fine possible de la forme cornéenne antérieure devant être adaptée. Celle-ci sera au mieux précisée par une analyse méthodique et précise des résultats de la topographie cornéenne antérieure, ce qui ne veut pas forcément dire de celle... spéculaire (figure 1) !

Les adaptations « improbables »

Elles font suite, par essence même, à une procédure chirurgicale à visée optique libératoire mais n'ayant pas atteint son objectif réfractif ; autrement dit à une chirurgie réfractive cornéenne compliquée, toutes techniques confondues : photoablatives contemporaines (lasik, femtolasik, PKR) ou d'autres plus anciennes et révolues (kératomileusis, kératotomie radiaire) mais dont certaines complications parfois tardives ne sont pas toujours accessibles à une reprise chirurgicale radicale.

Les adaptations « annoncées »

Elles font suite à une chirurgie réparatrice non compliquée mais classiquement pourvoyeuse de déformations cornéennes diverses, au premier rang desquelles la kératoplastie transfixiante (KT).

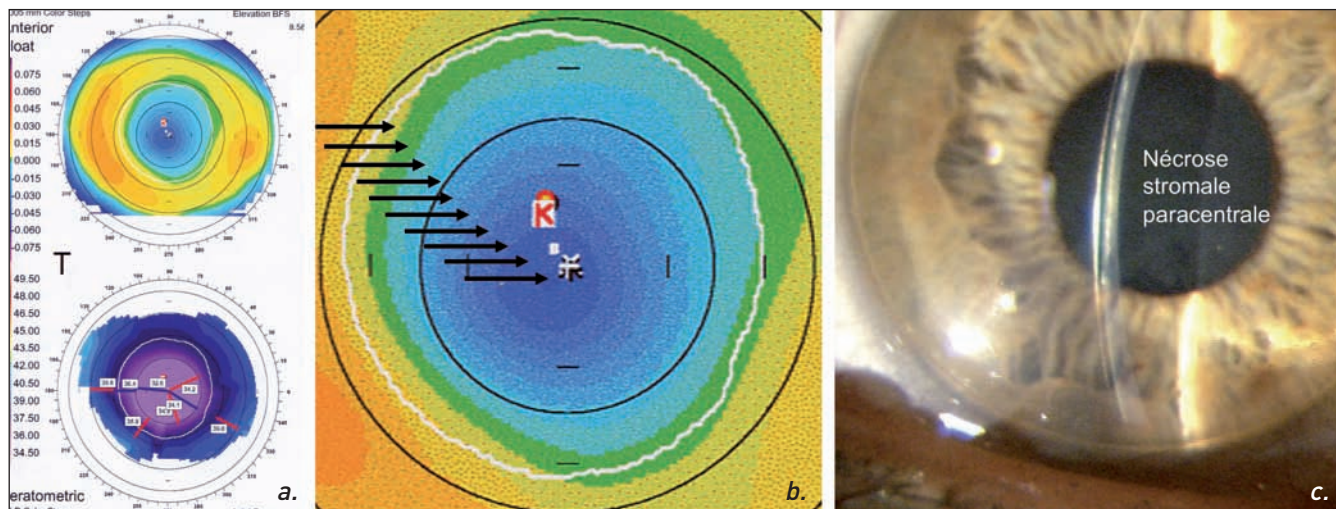


Figure 1. Orbiscan de la face antérieure (a) laissant apparaître une zone optique (ZO) postopératoire parfaitement bien centrée après lasik myopique compliqué de KLD (kératite lamellaire diffuse) stade 4 (nécrose stromale). MAVC postopératoire à 7/10f NA +7,75 (-1,75 60°)- P3f. La topographie spéculaire (a, en bas) montre l'aspect excessivement hyperprolate de cette cornée, mais ne permet pas de visualiser l'inhomogénéité et l'asymétrie intrinsèques de la ZO en regard de l'aire pupillaire, sorte de décentrement coaxial. Les multiples variations de courbures désaxées au sein de la ZO ne sont ici identifiées que par la carte d'élévation antérieure

(a, en haut), dont le grossissement (b) ne laisse plus aucun doute sur l'irrégularité para-axiale de la ZO dans les 5 mm centraux. Les résultats de l'analyse spéculaire auraient conduit à tort dans cet exemple à une adaptation en lentille souple torique (LSHT) sans effet sur la coma, principale cause ici du plafonnement de l'acuité visuelle corrigée (AVC). L'analyse en élévation indique à juste titre une adaptation en lentille rigide perméable aux gaz (LRPG (c) qui restaure une AV supramaximale quantitative (12/10 avec Menicon plateau) ainsi que qualitative.

Les adaptations « éventuelles »

Pouvant faire suite à une technique de cornéoplastie dont la prédictibilité statistique du résultat optique postopératoire est telle qu'une amétropie et/ou un résidu non négligeable de HOA (HORMS > 0,2 microns) ne peuvent être exclus (topolink ou aberrolink pour décentrement photoablatif, anneau(x) intracornéen(s) sur kératocône).

Cette distinction en trois groupes étiopathogéniques :
 - permet à l'opérateur d'ouvrir un premier débat contactologique avec le futur opéré et potentiel porteur, « improbable », « probable » ou « éventuel », qu'il pourrait être !
 - évite à l'adaptateur de se heurter à une adversité relationnelle liée à l'effet de « mauvaise surprise » qui complique plus encore la phase technique de l'adaptation proprement dite.

Aspects topographiques selon l'étiopathogénie

Une adaptation devient complexe quand la cornée est extrêmement torique, et/ou anormalement asphérique et/ou exagérément asymétrique (irrégulière).

Cornées iatrogènes après chirurgie réfractive

En dehors des faibles amétropies résiduelles et des problèmes optiques liés à la presbytie, les adaptations après

chirurgie réfractive sont liées à une complication per ou postopératoire (décentrement, nécrose stromale, îlot central, ectasie). Selon la nature de la complication et l'ampleur de son impact stromal, les déformations cornéennes pourront revêtir de multiples formes : résultat du mixage des atypismes de toricité, d'asphéricité et d'irrégularité engendrés.

Tout peut se voir, depuis l'aspect excessivement hyperoblate bien centré de la nécrose stromale (figure 1) à la forme hyperprolate plus ou moins bien centrée de l'ectasie post-lasik, en passant par de multiples formes d'asymétries variablement oblates ou prolates. Mais de façon générale, la problématique de forme après chirurgie réfractive compliquée est bien plus celle d'un atypisme d'asphéricité et d'asymétrie que celui d'une toricité excessive (figure 2).

Cornées iatrogènes après greffe de cornée

L'adaptation après greffe de cornée se pratique sur une cornée remodelée, variablement transformée dans son architecture et sa structure intrinsèque selon la technique opératoire utilisée : depuis la profonde restructuration imposée par toute kératoplastie transfixiante jusqu'à la minime déformation cornéenne antérieure induite par une greffe endothéliale postérieure stricte.

Si l'évolution des techniques de kératoplastie va dans le sens de la moindre déformation dioptrique antérieure finale, la KT est bien celle à laquelle doit faire face l'adaptateur

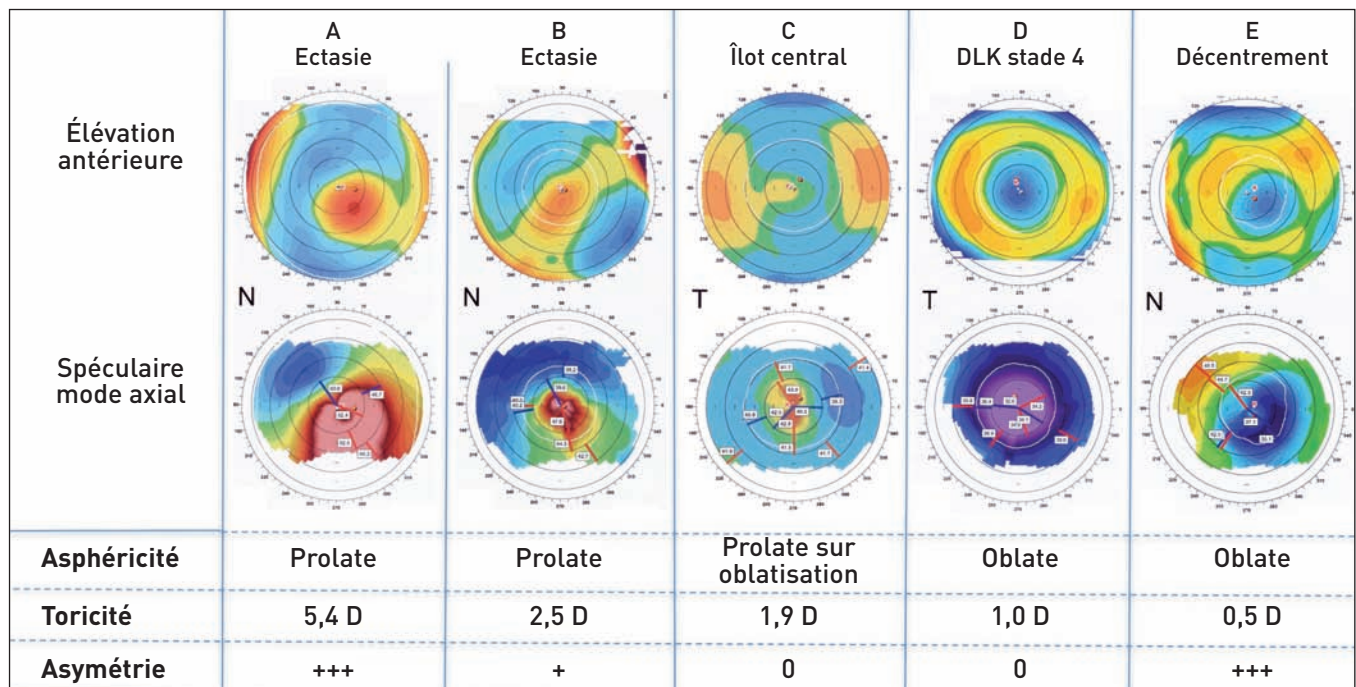


Figure 2. Représentations topographiques antérieures (Orbscan, B&L) après cinq cas de lasik attestant de la très grande diversité morphologique cornéenne selon la nature et l'intensité de la complication per ou postopératoire. La toricité iatrogène, de l'ordre de 2,25 D en moyenne pour ces cinq cas, reste ≤ 2,5 D dans 80 % des

cas et < 5,5 D dans les cinq cas présentés. L'atypisme de forme après lasik est principalement lié à une asphéricité anormale, soit excessivement prolate (A, B), soit oblate (D, E), voire très atypique, oblate avec persistance d'un îlot central prolata (C) potentiellement associée à une asymétrie d'importance variable (A, E).

pour la phase finale de la réhabilitation optique de ces cornées opérées. Bien que toutes les variantes d'atypismes topographiques aient été décrites après KT (asphéricités oblates ou prolates et divers degrés d'asymétrie), il est indiscutable qu'une forte toricité résiduelle demeure la principale problématique dioptrique à résoudre (figure 3).

Les étapes communes de l'adaptation sur cornée iatrogène

Les étapes successives d'une adaptation complexe se résument aux réponses à trois questions simples : quel matériau, souple ou rigide ? Quelle géométrie, sphérique ou torique, classique ou inverse ? Quel paramétrage final pour le rayon et la puissance ?

Quel matériau ?

Toute irrégularité cornéenne impose de recourir à une LRPG pour résorber l'excès de HOA. Par ailleurs, face au risque néovasculaire potentiel (KT, KR), si la prudence doit orienter vers une LRPG de première intention, il est cependant possible d'envisager une adaptation en lentille souple (DePaolis 2000, Szczotka 2003) :

- en cas de contre-indication, d'échec ou d'intolérance aux LRPG et en l'absence d'irrégularité cornéenne,
- en matériau silicone-hydrogel et sous surveillance biomicroscopique rapprochée.

Les LSH en hydrogel ne sont pas contre-indiquées après chirurgie photoablatrice.

Quelle géométrie pour la LRPG ?

Elle est directement déduite de l'analyse topographique. En première intention, on s'oriente classiquement vers une LRPG de géométrie :

- conventionnelle sphérique et de grand diamètre quand l'irrégularité préside,
- torique interne quand la toricité est régulière, importante et dominante,
- de type kératocône quand l'asphéricité est franchement hyperprolate,
- inverse quand l'asphéricité est extrêmement oblate (figure 1).

Cependant, il est utile de rappeler que les déformations cornéennes iatrogènes sont rarement limitées à l'excès ou à l'atypisme de l'un seulement des trois éléments concourant à sa description : toricité, asphéricité et asymétrie.

Ainsi en pratique, des géométries très différentes peuvent être envisagées sur une même cornée iatrogène (figure 4).

Quel paramétrage final pour le rayon et la puissance ?

Concernant le rayon, nous avons montré que la valeur de la *Best Fit Sphere* (BSF) était prédictive :

- à moins de 5/100^e près par excès en moyenne après

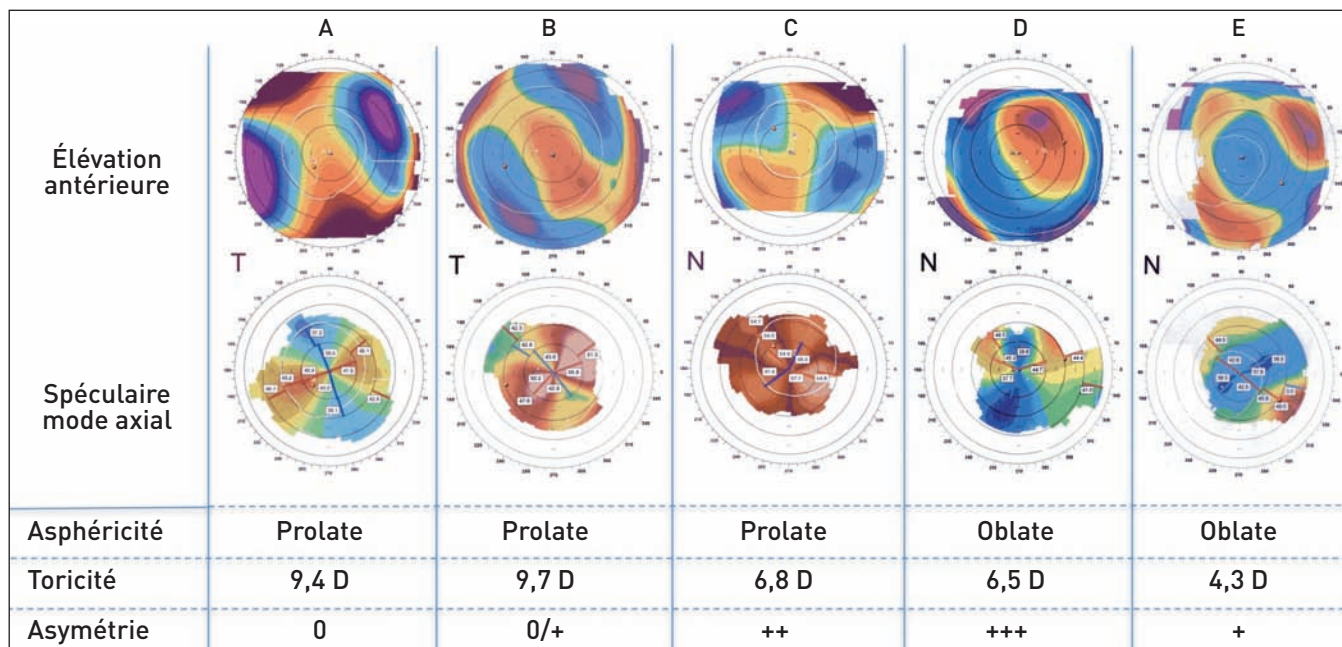


Figure 3. Représentations topographiques antérieures (Orbscan, B&L) de cinq cornées ayant bénéficié d'une KT attestant de la très grande diversité morphologique cornéenne postopératoire. La toricité iatrogène, de l'ordre de 7,5 D en moyenne pour ces cinq cas, est > 6 D dans 80 % des cas (A, B, C, D) et > 4,3 D dans 100 % des cinq cas. Le principal atypisme de forme retrouvé après KT est bien une toricité de forte magnitude, parfaitement régulière (A),

diversement asymétrique (B, C) ou franchement irrégulière (D), sur un fond d'asphéricité prolata (A, B, C) ou oblate (D, E) selon les cas. Attention au faux aspect prolata (D) donné par le mode float de l'élévation qui estompe l'asymétrie et « recentre » artificiellement la zone hypercambree supérieure, ce qui n'aurait pas été le cas avec le mode apex et qui n'est pas le cas non plus en topographie spéculaire (D en bas).

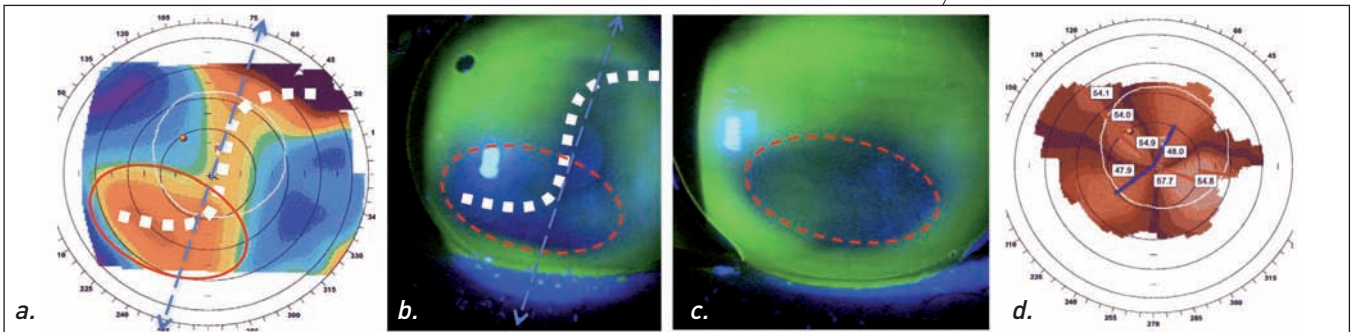


Figure 4. Topographie d'élevation antérieure Orbscan (a) montrant un aspect prolate atypique après KT évoquant une cornée torique suivant un axe plat orienté à 75°, mais dont le trajet sinusoïdal (pointillés blancs) atteste d'une asymétrie relative de part et d'autre de l'axe du méridien le plus plat. L'aspect torique prononcé (a) indiquerait plutôt une LRPG de géométrie torique interne (b) qui viendrait « s'aligner » sur l'axe plat alors que l'aspect asymétrique (a) de cette toricité très particulière indiquerait plutôt une LRPG sphérique de grand diamètre (c).

L'analyse de cette cornée selon ses caractéristiques qualitative nous a permis de dégager deux « axes » d'indication pour

l'adaptation selon que l'atypisme dominant était soit la toricité (flèche bleue), soit l'irrégularité (sinusoïde blanche, ovale rouge). La LRPG finale, la plus confortable et la plus sécurisée, sera une B4PM de diamètre 12 mm (c) dont l'image fluo ressemble étrangement à celle obtenue sur kératocône très décentré.

Noter le calque fluorescéinique quasi parfait obtenu avec la LRPG torique (b) par rapport à la représentation en topographie d'élevation (a)... bien loin de la représentation issue de la topographie spéculaire (d), piètre reflet de la réalité tridimensionnelle de la cornée lorsque celle-ci est très déformée.

chirurgie réfractive démyopisante pour les adaptations sur cornées irrégulières oblates utilisant des LRPG de grand diamètre et de grande zone optique, sans distinction du type de géométrie, postérieure (standard ou inverse) comme antérieure (mono ou multifocale) ;

- à 30/100° près par défaut en moyenne pour les adaptations sur greffes utilisant des LRPG sphériques de grand diamètre.

Si la valeur de la BSF a considérablement simplifié la recherche du rayon de courbure de la LRPG des cornées opérées, il n'en demeure pas moins que la confirmation du paramétrage final ne peut se soustraire à l'analyse de l'image fluo en LAF.

Quant à la puissance de la lentille finale, variable selon l'amétropie préopératoire, la nature de la déformation cornéenne iatrogène et la géométrie de la lentille utilisée, elle est au mieux précisée par la réfraction additionnelle faite sur la LRPG d'essai portée et stabilisée.

Bibliographie

DePaolis M, Shovlin JP, Allee Henry V. Postchirurgical fitting. In: Bennett ES, Allee Henry V. Clinical manual of contact lenses (2nd édition). Philadelphia : Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2000:531-8.

Malet F. Contactologie et chirurgie réfractive. Dans : Saragoussi JJ, Arné LJ, Colin J, Montard M. Chirurgie réfractive. Rapport de la Société française d'ophtalmologie. Paris : Masson Ed., 2001:4(6): 698-720.

Szczotka-Flynn LB, De Oliveira PR, Kara-José N. Contact lens fitting after corneal transplantation. In: Mannis MJ, Zadnik K, Coral-Ghanem C, Kara-José N. Contact lenses in ophthalmic practice. Springer Ed 2004;16:160-7.

Vayr F. Lasik et contactologie. Dans : Gatinel D, Hoang-Xuan T. Le lasik de la théorie à la pratique. Paris : Elsevier Ed, 2003;2(5):370-6.

Vayr F. Topographie en contactologie. Dans : Malet F, George MN, Vayr F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société française d'ophtalmologie. Paris : Masson Ed, 2009;5(3):161-81.

Conclusion

Bien que les cornées iatrogènes puissent revêtir de multiples aspects, leur adaptation, certes complexe, est indiscutablement simplifiée :

- par une expertise topographique rigoureuse et fine,
- par une démarche contactologique systématisée et ordonnée,
- par l'utilisation du rayon de la BSF antérieure comme valeur chiffrée de référence pour le calcul du rayon de la LRPG définitive.

Pour conclure, notons avec satisfaction que la chirurgie cornéenne contemporaine, de plus en plus réparatrice et de moins en moins délétère, réduit chaque jour un peu plus, mais sans encore l'annuler totalement, l'incidence des indications contactologiques du dernier recours.

Vayr F. Adaptation après chirurgie réfractive. Dans : Malet F, George MN, Vayr F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société française d'ophtalmologie. Paris : Masson Ed, 2009;14(1):607-30.

Vayr F. Adaptation après greffe de cornée. Dans : Malet F, George MN, Vayr F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société française d'ophtalmologie. Paris : Masson Ed, 2009;14(2):631-50.

Vayr F, Gatinel D, Malet F. Apport de l'Orbscan au paramétrage des LRPG adaptées sur des cornées irrégulières postopératoires. Communication orale. 115^e congrès de la Société française d'ophtalmologie 2009, Paris.

Vayr F. Apport de la topographie pour l'adaptation après chirurgie réfractive et kératoplastie. Communication orale. SFOALC ; 116^e congrès de la Société française d'ophtalmologie 2010, Paris.

Vayr F. Lentilles après chirurgie réfractive : intérêt de la BSF en vidéotopographie dans le choix du rayon. Réalités ophtalmologiques 2010 sept,175:59-66.